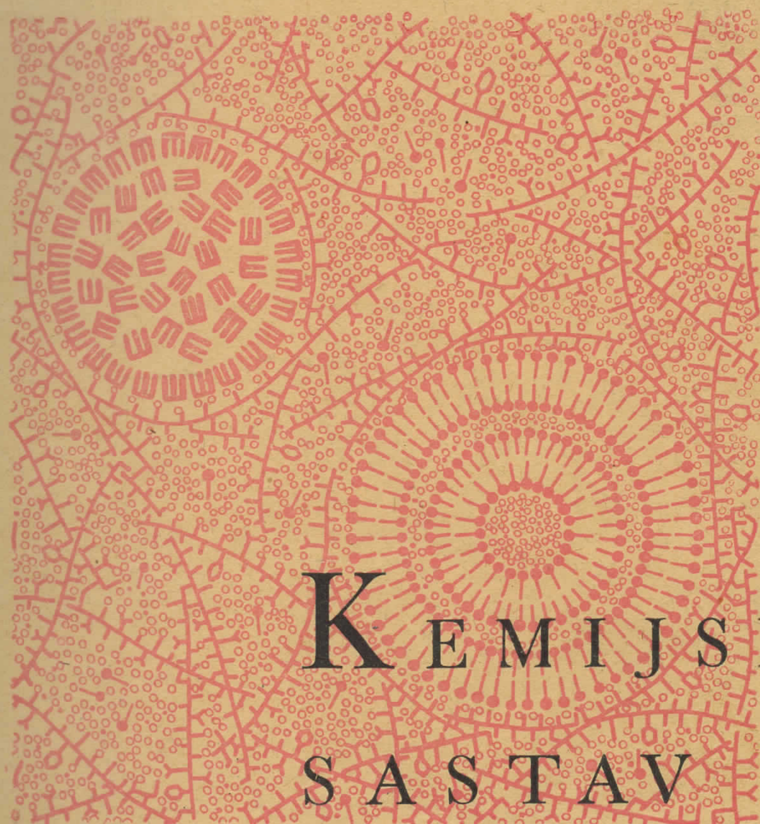
B U B A N O V I Ć

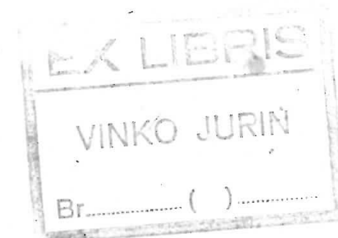


KEMIJSKI SASTAV ČOVJEČJEG TIJELA

18427

FRAN BUBANOVIĆ

KEMIJSKI SASTAV ČOVJEČJEG TIJELA





NAKLADNI ZAVOD HRVATSKE
ZAGREB 1946

KNJIŽNICA „PRIRODE"
HRV. PRIRODOSLOVNOG DRUŠTVA

6

Uvod

Zahtjev, što se odvajkada stavljao na svakog čovjeka kao izvor i početak mudrosti, a glasi: upoznaj sama sebe, ne proteže se danas samo na duševna svojstva čovjekova. Opravdano se drži, da i građa čovječjega tijela vrši osobitu i važnu ulogu u svimkolikim manifestacijama života. Ne može se zato zamisliti iole dublji pogled u strasti i stradanja života, u radosti i bolesti, što čovjeka u životu stizavaju, u cjelokupno rastenje i razvitak čovjekov od prvog zametka do smrti njegove, u borbu i potragu za jelom i pićem, za odijelom i stanovanjem, a napokon i u šarenilo kulturnog života čovječanstva od prvih početaka do danas, a da se pritom posve pusti s vida materijalna građa čovječjeg tijela te materijalni procesi i promjene, što se u njemu zbivaju.

Čovjek je dio i dijete prirode. To će reći, život je njegov usko povezan ne samo s biljkama i životinjama, koje ga okružuju, nego također s mineralima i stijenama na našoj Zemlji, a ponajpače s toplinom i svijetlom, što dolazi k nama s našega Sunca. Ne može se zato proučavati građa čovječjeg tijela i promjene, što se u njemu zbivaju, same za sebe, odijeljene od veličanstvene cjeline, u kojoj je čovjek, iako ne najglavniji, a ono svakako za nas najzanimljiviji maleni odsjek.

Varka, da je naša malena Zemlja i prema tome čovjek središte, najglavniji dio cijelog svijeta, vuče se kroz čitavu povijest misaonoga čovječanstva; ona je sadržana jednako u rečenici grčkih sofista: Ἄνθρωπος μέτρον πάντων (čovjek je mjera svemu), u skolastičkoj nauci katoličke crkve, isto tako kao i u filozofiji K a n t o v o j.

Elementi, koji izgrađuju živa bića, biogeni elementi, dolaze u živa bića iz litosfere i atmosfere i po svojoj su kemijskoj prirodi isti elementi kao i u t. zv. mrtvoj prirodi. U pogledu samih elemenata ne odlikuje se biogena materija nikakvim posebnim elementom, koji bi bio karakterističan jedino za živa bića. Razlika između t. zv. mineralne materije i biogene materije također nije u nekim principijelnim zakonima kemijskoga zbivanja, nego u prvom redu u tom, što su se elementi u biogenoj materiji udružili u relativno vrlo velike molekule, pa možemo reći, da je to zamršivanje i zavijanje materije u velike molekule i sklopove molekula naročito karakteristično za biogenu materiju.

Od nekih 90 danas poznatih elemenata relativno ih je maleni broj ušao u materiju živih bića, pa se obično ističe, da je 12 elemenata prijeko potrebno za postojanje živih bića na Zemlji. Mi ćemo odmah navesti, uz postotke, koliko se od tih biogenih elemenata nalazi u našem tijelu. Evo te tabele:

C (ugljik)	18,250%
H (vodik)	10,050%
O (kisik)	65,040%
N (dušik)	3,150%
S (sumpor)	0,210%
P (fosfor)	0,840%
Cl (klor)	0,250%
K (kalij)	0,270%
Na (natrij)	0,260%
Ca (kalcij)	1,600%
Mg (magnezij)	0,040%
Fe (željezo)	0,010%
	99,970%

Na ovih dvanaest elemenata fiziološka je kemija u novije vrijeme nadodala još nekoliko i opravdala biokemijsko njihovo značenje. To su naročito još ovi:

J (jod)	0,016%
F (fluor)	0,009%
Br (brom)	0,002%
Al (aluminij)	0,001%
Si (silicij)	0,001%
Mn (mangan)	0,001%
Svi elementi zajedno:	100,000%

Navedeni postoci za pojedine elemente rezultat su mnogobrojnih analiza i dakako srednje vrijednosti tih analiza. Kako vidimo, elementi ugljik, vodik, kisik, dušik zastupani su s relativno dosta velikim količinama, dok su drugi, što se nalaze potkraj prve i u drugoj tabeli, zastupani s relativno malenim količinama, tako te se može kazati, da se nalaze u živim bićima tek u tragovima. No ti tragovi nisu bez naročita značenja za život organizama. Na to je upozorio istraživač na tom području francuski fiziolog Bertrand, koji je obratio posebnu pažnju manganu u živim bićima i došao do zaključka, da se zapravo svi navedeni biogeni elementi dadu podijeliti u dvije skupine. Prvu skupinu sačinjavaju elementi zastupani s relativno znatnim količinama u kemijskoj građi živih bića, koji zapravo izgrađuju glavni materijal, glavnu masu živih bića, pa ih je zato i nazvao Bertrand konstitutivnim ili plastičkim elementima. U drugu pak grupu spadaju biogeni elementi, koji dolaze u živim bićima u tragovima; no kemijsko zbivanje u živim bićima s materijalom, koji ih izgrađuje, ne bi bilo moguće bez sudjelovanja tih elemenata, tako na pr. bez željeza. Zato ih je Bertrand nazvao katalitičkim elementima

i drži, da bez njih ostali elementi ne bi mogli onako sudjelovati u kemijskom zbivanju u živim bićima, kako to oni po svojoj masi doista i sudjeluju. Masa njihova ostala bi inertna, mrtva!

Od tih dakle elemenata izgrađena je materija živih bića, pa je vrstamo u anorgansku i organsku. Anorgansku sačinjavaju voda i soli, a k tomu možemo nadodati i plin kisik, dok su glavne grupe organskoga materijala od starine podijeljene: prvo na proteine ili bjelančevine, kojima se pridružuju proteidi, t. j. spojevi bjelančevina s nekim drugim naročitim organskim tijelima; drugu grupu sačinjavaju masti i mastima nalik tvari, koje zovemo lipoidima; treću pak grupu organskoga materijala čine ugljikovi hidrati ili saharidi.

U čovječjem organizmu na pr. ova anorganska i organska građa podijeljena je od prilike ovako:

Voda	65%
Soli (pepeo)	10%
Proteini i proteidi	21%
Masti i lipoidi	3%
Ugljikovi hidrati	1%
Svega:	100%

Takav, eto, materijal izgrađuje čovjeka i ostala živa bića i nosi odgovornost za kemijsko zbivanje u živim bićima. Karakteristika je naime materije živih bića, da ona nikada ne miruje, da se nalazi u neprestanim izmjenama, u neprestanoj cirkulaciji, koja teče sad u smjeru kemijskih sinteza i izgrađivanja, sad u smjeru raspadanja i rastvaranja velikih molekula. Naoko ni tako čvrsti anorganski materijal, kao što je na pr. materija naših kosti, ne miruje u našem tijelu! Kosti naše nisu toliko stare, koliko i

mi! Kalcij i fosforna kiselina, a i ostali anorganski i organski sastojci, koji ih izgrađuju, ne miruju, nego i oni sudjeluju u neprestanoj izmjeni, u neprestanom kemijskom zbivanju, koje se odigrava u našem organizmu.

Hoćemo li dobiti uvid u kemijsko zbivanje u živim bićima, u neprestanu izmjenu i cirkulaciju navedenih elemenata i njihovih anorganskih i organskih spojeva, treba da obratimo pažnju na čitav niz faktora.

U prvom redu treba točno uočiti sam kemijski materijal, o čijoj se izmjeni radi, t. j. koje su njegove fizičke i kemijske karakteristike; na pr. mast, kalcijski fosfat i t. d. Iza toga treba po mogućnosti što bolje zaokružiti kemijsku reakciju, koja se pri dotičnoj promjeni zbiva. Na pr. obrtljivost ili reverzibilnost oksidacije i redukcije, koja je u biti u organizmima vrlo često oduzimanje vodika i dodavanje vodika; ili na pr. reverzibilnu reakciju saponifikacije i esterifikacije, koja je i opet u biti primanje vode i oduzimanje vode; dakle hidratizacija i dehidratizacija.

Jer su to reakcije reverzibilne, obrtljive, jer se zbivaju pri relativno niskim temperaturama, presudnu ulogu kod njih igraju fermenti, zato treba uočiti za pojedine reakcije specifične fermente. Fermenti su obično izgrađeni od kofermenta i apofermenta, a ti zajedno čine holoferment, koji je prilagođen dotičnoj reakciji. Govorimo dakle pri kemijskom zbivanju u živim bićima o fermentnim sistemima pa ćemo na konkretnim primjerima razabrati, na pr. kod fermenta vrenja, koji se nalazi u kvascu i koji je nazvan zimaza, da je to komplicirano građeni fermentni sistem, gdje dapače sudjeluju kao sastavni dijelovi važna tijela za zbivanje u organizmima, što ih poznamo pod imenom vitamina.

No nije to sve. Promatramo li na pr. naoko vrlo jednostavne izmjene ugljikovih hidrata u našem organizmu,

gdje igra centralnu ulogu krvni šećer ili glukoza, iz koje u jednu ruku postaje naš rezervni šećer ili glikogen, a u drugu ruku se iz toga krvnog šećera naročitim procesima u stanicama razlaganjem i oksidacijom oslobađa u njemu pohranjena energija, kao naša toplina i kao mehanička energija za rad naših mišića, to ćemo razabrati, da tu vrlo važnu ulogu vrši još i inervacija, t. j. sudionišstvo nervnoga sistema, a i t. zv. doglasnici, što ih naročiti organi, u prvom redu u tom slučaju pankreas, šalju kao hormone (inzulin, adrenalin), koji dirigiraju i krmilare reakcijama, što u normalnim zdravim organima vrše harmoničnu tvarnu izmjenu ugljikovih hidrata u našem tijelu.

Konačno treba imati u vidu pri promatranju kemijskog zbivanja u našem tijelu i samu okolinu, u kojoj se sve to odigrava. Treba na pr. voditi računa o količini prisutne vođe, o koloidnom stanju protoplazme, o koncentraciji vodikovih iona u dotičnoj okolini, o ozmotičkom tlaku i t. d.

Iz svega toga razabiremo, da su već općenite konture za t. zv. tvarnu izmjenu u organizmima zamršene, i da uvid u faktično kemijsko zbivanje u organizmima nije jednostavan. Neminovno iz toga slijedi, da i rezultat kemijskoga zbivanja u našem tijelu mora biti adekvatan samom tom zbivanju. Poradi autonomnog nervnog sistema, pod čiju direkciju od najveće česti spada to zbivanje, mi u našoj svijesti, i kraj najboljeg poznavanja toga zbivanja, ne možemo samo to zbivanje neposredno pratiti i zamjećivati. Na primjer, šta se to zbiva sa fosfornim atomom od časa, kad je on ušao kao sastavni dio naše hrane u naše tijelo, kako je bio resorbiran, kako je putovao po našem tijelu i kako je sudjelovao na pr. u fosfatidima našega mozga, kako je iz njih izašao, gdje se sve zadržavao,

na pr. pri ugljikohidratnoj izmjeni u našem tijelu, dok nije konačno ostavio naš organizam kao anorganski fosfat u našoj mokraći. No iz toga ne slijedi, da ovo zamršeno kemijsko zbivanje u našem tijelu ne povlači za sobom i još zamršenije i savršenije fiziološke rezultate, koji se onda očituju kao fiziološke funkcije pojedinih naših organa i čitavoga našega tijela. Štaviše, baš moderno poznavanje kemijskoga zbivanja u organizmima opravdava nazor (mišljenje), što su ga i o psihičkim funkcijama zastupali mislioci, koji stoje na materijalističkom stajalištu. Tako, na primjer kaže Lenjin u svom filozofskom spisu »Materijalizam i empiriokriticizam« jasno ovo: »Egzistencija je materije neovisna o našim osjetima. Materija je primarna. Naši osjeti, misli, naša svijest jesu samo najviši produkti materije organizovane u određenom smislu. Takvo je općenito materijalističko stajalište, a naročito su ga istakli Marx i Engels.«

Dualistički i idealistički filozofi starijega i novijega datuma imaju o procesu t. zv. duhovne djelatnosti drugojačije mišljenje. Oni drže, da u procesima duhovne djelatnosti nema nikakve fiziološke, organske, materijalne komponente. Zato im možemo lijepo odgovoriti s eksperimentskim modernim fiziologom Carrelom ovako:

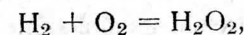
»Međusobna zavisnost duhovnih snaga i fizioloških funkcija ne slaže se danas ni s klasičnom definicijom, prema kojoj je sijelo duše isključivo u mozgu. Čini se, naprotiv, kao da umne i duševne snage proizlaze iz čitavoga našega tijela, iz sveukupne njegove cjeline. Misao naša ima svoj izvor podjednako u žlijezdama s unutrašnjom sekrecijom kao i u samoj moždanoj kori. Djelovanju svijesti bez-

uvjetno je potrebna cjelovitost čitavog organizma. Kad čovjek misli, pronalazi, pati, obožava i moli se — na djelu su i mozak i svi ostali čovječji organi.«

Anorganski materijal

To je kisik, voda i soli izgrađene iz biogenih kovinskih i nekovinskih elemenata, kakva je na pr. kuhinjska sol ili kalcijski fosfat.

U pogledu kisika moramo istaknuti, da je to elemenat od vanrednoga značenja za procese u našem organizmu, ne samo kao faktor, kojim se vrše konačne oksidacije u našim stanicama, nego i kao faktor, koji svojom prisutnošću i time, kako je vezan u organskim spojevima, daje tim spojevima i njihovim karakterističkim grupama bitne i značajne osobine. Prije se mislilo, da kisik, što ga primamo u pluća procesom disanja, i što ga crvena boja krvi raznosi sve do naših stanica i tkiva, analogno gorenju, na primjer, vodika, uglja, drva i sličnih tvari, pretvara i vodik organskih spojeva našeg tijela u vodu, a ugljik u ugljični dioksid, i da se na taj način oslobađa već spomenuta sunčana energija procesom sagorijevanja organskog materijala u našim stanicama. Moderna fiziologija pokazala je, da ovaj izraz »sagorijevanje« treba ublažiti i, možda, ukloniti, jer je izašlo na vidjelo, da ne dolazi u našim stanicama do procesa analogna gorenju, nego da se organski naš materijal, u prvom redu ugljikovi hidrati razlažu u našim stanicama *zapravo anaerobnim putem* (neoksidacijskim), t. j. da se molekule ugljikovih hidrata drobe i mijenjaju u čitavom nizu reakcija, koje teku u lancu, a kod tih se reakcija radi bitno o primanju i oduzimanju vodika. Konačno onda vodik prelazi na kisik, i to u ovakovoj reakciji:



$$H_2 + O_2 = H_2O_2,$$

t. j. stvara se malena količina vodikova peroksida. Taj se dakako odmah raspada na vodu i na kisik ($2 H_2O_2 = 2 H_2O + O_2$), što se zbiva uz svuda u tijelu prisutne katalitičke fermente u živom tkivu, a istom taj kisik (O_2) zahvaća oksidacijski, aerobnim putem, u drobljenje stanovitih relativno dosta jednostavnih organskih molekula uz pomoć naročitih fermenata staničnoga disanja. Slika je dakle oksidacija u našem tijelu, i to u stanicama, pri staničnom disanju i pri bitnoj staničnoj izmjeni tvari, ova: U staničnoj mijeni tvari teku kemijske reakcije postepeno, kao lanci reakcija, pa se zato i kemijska energija iz hranljivih tvari oslobađa postepeno i stavlja na raspolaganje tijelu na različitim mjestima, gdje je upravo potrebna. Ona se dakle ne oslobađa onako, kako je to pri gorenju i pri eksplozijama. Pri tome je osnovni proces putovanje vodika (H_2). To putovanje teče tako, da se hranljive tvari cijepaju u svoje sastavne dijelove. Zatim, da se obavlja dehidrovanje, t. j. da se tim sastavnim dijelovima oduzimlje vodik djelovanjem fermenata, zvanih dehidraze, i da se prenosi dalje preko pojedinih stepenica, koje su već prema prilikama u organima i tkivima posebne, pa su zato i fermenti, zvani dehidraze, specifični. Tu još ne stupa u akciju kisik, što smo ga primili u naše tijelo disanjem. Istom nakon dugog lanca procesa dehidrovanja i hidrovanja naročiti fermenti disanja, koji sadrže u sebi željeza, privođe kisik vodiku i — kako smo rekli — pretvaraju ga u vodikov peroksid (H_2O_2). A taj se konačno djelovanjem katalitičkih fermenata pretvara u vodu (H_2O). Ugljični dioksid pak (CO_2), koji je također konačni proizvod oksidacije u našem tijelu, odcjepljuje se iz pojedinih postepeno nastalih proizvoda, koji su nastali pri putovanju vodikovu, a sadrže u sebi karboksilnu skupinu (←COOH),

i to ponajpače i opet djelovanjem naročitih fermenata, koji nose ime karboksilaze.

Tako smo dobili novi pogled u oksidacije u našem organizmu. Ali iz toga ne slijedi, da kisiku pripada neka posve sporedna uloga. Pomanjkanje kisika u uzduhu, koji udišemo, povlači za sobom teške posljedice. Od svih naših tkiva reagira najbrže na pomanjkanje kisika živčano tkivo. Ono gubi svoju sposobnost podražljivosti, i, ako ne primimo doskora određenu količinu kisika, dovodi to do smrti, koja se zove ugušenje.

Od mineralnih tvari, važnih za izmjenu tvari u našem tijelu, na drugom je mjestu voda. Ona vrši u toj mijeni i u kemijskom zbivanju u organizmima uopće presudnu ulogu, pa je moderna fiziologija jasno uočila, kako bez prisutnosti vode uopće nije moguće zamisliti život organizama. Voda vrši u našem tijelu čitav niz poslova, koji omogućuju neprestani tok tvarne izmjene u njemu. U prvom redu ona je najpodesnije otapalo za kemijske sastojke našega tijela pa zato služi kao prenosno sredstvo za prijenos hranljivih tvari iz probavnih organa u našu krv i u ostale organe i tkiva našega tijela. Dnevna količina vode, što je trošimo, obuhvaća kod odrasloga čovjeka oko 1.500 cm^3. Ta voda vrši čitav niz važnih funkcija, a jedna od najznačajnijih jest, što zbog visoke svoje specifične topline vrši glavnu ulogu pri regulaciji topline u našem organizmu. Ona izravnava u jednu ruku temperaturne razlike u našem tijelu, a u drugu ruku svojom visokom specifičnom toplinom upija i prenosi toplinu po čitavom našem tijelu. Voda, nadalje, sudjeluje pri najrazličitijim kemijskim promjenama u našem tijelu, gdje se radi o drobljenju velikih molekula na manje, a to su procesi hidrolize masti, ugljikovih hidrata i proteina. Njezini sastavni elementi (H_2 i O) sudjeluju pri malo prije spome-

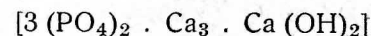
nutim reakcijama, što teku u lancima uz sudjelovanje vodika i kisika. Te su reakcije od česti redukcije i onda opet oksidacije, t. j. one su uklopljene u jedan redoksisistem reakcija. Voda, onda, dirigira bubrenje i odbubrenje koloidskih tvari u našem tijelu; voda drži soli u otopljenu stanju, t. j. ona je razlog, da te soli vrše ozmotski tlak i da se od česti nalaze u obliku iona, a stanoviti kovinski i nekovinski ioni odlikuju se svojim specifičkim utjecajima na tkiva i stanice. Jedni, na primjer, a to su natrijski (Na^+), dovode do bubrenja, t. j. do upijanja vode u tkiva, a drugi, a to su kalijski (K^+), protivno od toga. Kažemo Na^+ i K^+ su u fiziološkom pogledu antagonisti.

Uza sve to, uglavnom količina vode u našem tijelu ostaje prilično stalna. Potaknuti osjećajem žeđe nadoknađujemo izlučenu vodu uzimanjem vode, ali se znatne količine vode oslobađaju i gore prikazanim procesom disimilacije organske hrane u našim stanicama. Najviše vode daje pri tom mast (100 g masti 107 g vode), dok 100 g škroba daje samo 55,5 g vode.

Bubrezi su organ, koji izlučuju suvišnu vodu. Poznata je patološka pojava, nazvana diabetes insipidus, gdje dolazi do izlučivanja neprirodno velikih količina vode kroz bubrege, koju vodu treba nadoknađivati. Pokazalo se, da se nalaze naročiti živčani centri u meduli oblongati, koji oštećeni izazivaju tu anomaliju. Nasuprot, hipofiza izlučuje jednu tvar, koja ima sposobnost zaustavljanja izlučivanja vode kroz bubrege. Iz toga slijedi, da i pri tvarnoj izmjeni vode u našem organizmu, t. j. u njegovu vodenom kućanstvu, vrši važnu ulogu uz ostale činioce također i inervacija, a i malene količine tvari, hormoni, što ih izlučuju naročiti organi, u tom slučaju važni hormonalni organ hipofiza.

Fiziološka nauka, a i patologija govore nadalje o tvarnoj izmjeni soli u našem organizmu. Govorimo tako o tvarnoj izmjeni na pr. željeza, kalija, kalcija, magnezija i kiselina, vezanih na njih, a to su naročito solna, ugljična i fosforna kiselina.

Ja ću se pobliže zadržati samo pri tvarnoj izmjeni kalcija i fosforne kiseline. Oni su, kao i u mineralnom carstvu, i u organizmu međusobno povezani, t. j. nastupaju kao kalcijski fosfati, ali i svaki za sebe. Takav se kalcijski fosfat nalazi na pr. u našim kostima, pa su novija istraživanja pokazala, da to nije obični kalcijski neutralni fosfat, nego naročita kombinacija između kalcijskoga fosfata i kalcijskoga hidroksida, nazvana hidroksilapatit, kojemu se daje ova struktura:



$$[3\,(PO_4)_2\ .\ Ca_3\ .\ Ca\,(OH)_2]$$

U zubnoj caklini uklapa se u ovakvu kombinaciju još i elemenat fluor, jamačno na mjesto jedne hidroksilne skupine u napisanoj anorganskoj kombinaciji. Fluor se nalazi i u samom mineralu apatitu.

Izučavanje tvarne izmjene kalcija i fosforne kiseline u našem organizmu dobilo je mnogo poticaja s te strane, što se kod mladih individua pokazuje jedna teška patološka promjena, koja se sastoji u nepotpunoj izgradnji kostiju i zove rahitis. Ta bolest se od davnine liječila uzimanjem ribljega ulja, a pokazalo se, da i samo sunčano svijetlo djeluje povoljno pri rahitisu. Odatle se povukao zaključak, da je jamačno kod djece u velikim gradovima nedostajanje neposrednog sunčanog svijetla uzročnik rahitisa. Dakako, nastojalo se tu bolest liječiti također i preparatima, koji su u sebi sadržavali kalcija i fosforne kiseline. Pri tom se opazilo, da isto onako, kao što biljke moraju najprije kalcijski fosfat iz tla, koji je u neutralnoj

svojoj formi netopljiv u vodi, pretvoriti u topljivi fosfat, pa se biljke pri tom pomažu izlučivanjem kiseline u svojim korenčićima, tako se i netopljivi fosfati u našoj hrani moraju pretvoriti u topljive fosfate, a to su kiseli fosfati. $Ca_3(PO_4)_2$ je neutralni, a $Ca(H_2PO_4)_2$ je kiseli fosfat; samo potonji je u vodi topljiv.

Proučavajući sudjelovanje kalcija i fosforne kiseline pri izgradnji kostiju, fiziologija je zapazila, kako nije dostatno, da toga građevnog materijala bude u našem tijelu u dovoljnoj količini na raspolaganju, nego da se proces osifikacije (okošćavanja) vrši pod utjecajem naročitih činilaca, koji njime ravnaju tako, da on teče normalnim putem. Najprije je utvrđeno, da već samom resorpcijom fosfata upravlja *naročiti hormon iz kore hormonalnog organa, zvana pabubrežići ili nuzbubrezi.* Ime mu je *desoksikortikosteron* i po svom sastavu nalik je na sterine. Taj hormon vrši uopće važnu ulogu svagdje ondje, gdje stupa u akciju fosforna kiselina, a to nije samo pri izgradnji kostiju, nego i pri drugim važnim procesima u našem tijelu, s kojima ćemo se kasnije podrobnije upoznati. Nadalje, uglavljen je naročiti fermenat, koji u krvnoj plazmi prisutne organske fosforne spojeve cijepa tako, da se i iz njih oslobađa fosforna kiselina. Taj fermenat spada u grupu *fosfataza.* Zatim mora snošaj između kalcija i fosforne kiseline u krvi za normalnu osifikaciju biti stalan i određen. Poremeti li se taj snošaj, dolazi do nedostataka pri izgradnji kostiju, do bolesti rahitisa. Tko upravlja tim snošajem?

Dugo se nije znalo, zašto riblje ulje povoljno utječe pri liječenju rahitisa. Zanimljivo je, da je povoljni utjecaj ribljeg ulja i sunčanog svijetla na tu bolest sveden na jedan isti kemijski podstrekač. Moderna je fiziološka kemija u ribljem ulju otkrila *antirahitični vitamin, koji spada u vitaminsku D grupu,* a u drugu ruku, ona je ingenioznim pokušajima utvrdila, da i ultraljubičaste zrake, dakle visinske sunčane zrake, koje naročito povoljno djeluju pri liječenju rahitisa, pretvaraju spojeve iz odjela holesterina u našoj koži u vitamin D. I u gljivama i kvascu prisutni biljni holesterinski spoj ergosterin dade se vještački, obasjavanjem ultraljubičastim zrakama, pretvoriti u njemu blizi, ali aktivni holesterinski spoj, t. j. u vitamin D.

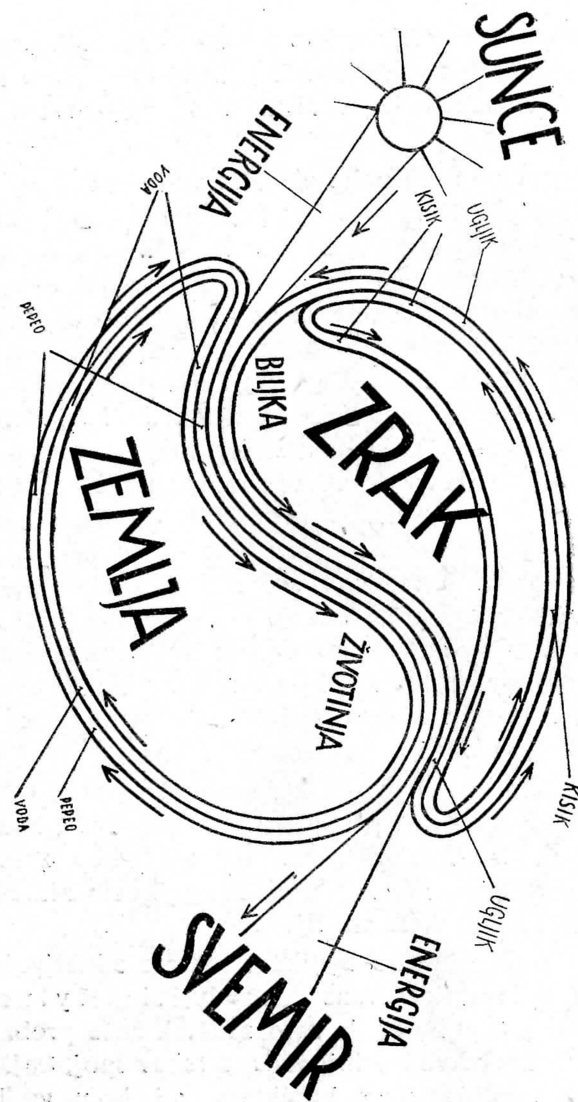
Iz svega ovoga došlo se do zaključka, da je vitamin D onaj činilac, koji uspostavlja normalni snošaj između kalcija i fosforne kiseline u krvi, i to onakav, kakav je najpodesniji za izgradnju kostiju. Pomanjkanje toga vitamina dovodi do nedovoljne osifikacije, a bolest rahitis liječi se danas uspješno preparatima D vitamina.

Već smo rekli, da kalcijski fosfat u kostima ne miruje. Kosti, doduše, vrše u glavnom mehaničke funkcije u našem tijelu, ali su one ujedno i skladište za kalcij i fosfornu kiselinu. Nastane li potreba kalcija i fosforne kiseline u krvi, to se oni dadu mobilizirati iz toga skladišta. Da postoji i u kostima trajna izmjena tih anorganskih sastojaka s njihovom okolinom, dalo se dokazati na jedan zanimljiv način. Fiziološku kemiju je oduvijek interesiralo, kako bi našla pomagala, kojima bi se dalo obilježiti neki elemenat, da se obilježen laglje može pratiti u izmjeni tvari, koja u našem tijelu ide vrlo zakučastim putovima. Kad je moderna kemija uspjela vještački proizvesti radioaktivni fosfor, onda je fiziološka kemija ovakav radioaktivni fosfor, u obliku fosfata, uvela u organizam. Radioaktivnost tog atoma omogućuje, da se dade laglje pratiti putovanje takvoga fosfata u tijelu. Tako je pošlo za rukom utvrditi, da se i koštano tkivo nalazi u neprestanoj tvarnoj izmjeni,

čak da se u tvarnoj izmjeni nalazi i najčvršća tvar u našem tijelu, a to je *dentin* u zubnoj caklini. Ti su rezultati postignuti u najnovije vrijeme. U vezi s njima slobodan sam istaći, da je pokojni profesor zubarstva na zagrebačkom Medicinskom fakultetu dr. *Eduard Radošević*, radeći pod mojim vodstvom u Medicinskom kemijskom institutu na ispitivanju fizičko-kemijskih promjena u zubima, također utvrdio, kako i u zubnom dentinu postoji neprestana, iako vanredno spora, tvarna izmjena. *Dakle, u našem tijelu nema nigdje potpunog mirovanja; sve je u pokretu, sve teče, sve se neprestano mijenja.*

Organski materijal

Organski kemijski materijal živih bića jesu ugljikovi hidrati, masti i lipoidi, zatim proteini ili bjelančevine. Već smo čuli, da se procesom asimilacije ugljičnoga dioksida i vode u zelenom bilju naročitom jednom fotokemijskom reakcijom zbiva prijelaz iz anorganskih u organske spojeve, i to, da je prvi produkt asimilacije potpuno sigurno uglavljen kao jednostavni organski spoj formaldehid (CH_2O). Iz njega se postepeno u biljnim stanicama stvaraju sve kompliciraniji organski spojevi, pa tako nastaju najprije ugljikovi hidrati, ali, kako ćemo čuti, iz njihovih organskih predstepenica mogu nastati i masti, a pridolaskom dušika aminokiseline; a od njih sastavljene su bjelančevine. Sintetski kemijski rad u biljnim stanicama vrlo je plodonosan. Sintetske sposobnosti biljne stanice nadmašuju po postignutim rezultatima daleko sve naše laboratorijske i fabričke sintetske metode. *Zelena je biljkina stanica najsavršenija kemijska tvornica na našoj Zemlji.* Ona iz prostoga



Sl. 1. Cirkulacija elemenata ugljika, vodika, kisika i sunčane energije

anorganskoga materijala, kao što su voda (H_2O), ugljični dioksid (CO_2) i amonijak (NH_3) izgrađuje brzo i lako najkompliciranije spojeve živih bića: ugljikove hidrate, masti i proteine.

Kod procesa asimilacije ulaze iz anorganske prirode u živa bića u prvom redu ugljik (C), vodik (H) i kisik (O). Pogledamo li našu sliku, koja nam prikazuje cirkulaciju tih biogenih elemenata (vidi sliku 1.), razabiramo, da ti elementi cirkuliraju iz uzduha i tla najprije u biljke, zatim prelaze u životinje, a iz životinja vraćaju se opet u uzduh i tlo. Njihova je, dakle, cirkulacija zatvoreni jedan krug. Uporedo s njima vidimo na našoj slici, kako i svjetlena sunčana energija ulazi najprije u biljke, veže se tamo pri procesima asimilacije za organske spojeve, prelazeći u kemijsku energiju, a s prijelazom organskih spojeva u životinje, putuje i u njima sadržana energija: ondje se procesima disimilacije oslobađa, vrši svoje energetske zadatke u njima i vraća se ponovo u svemir. Cirkulacija (kružni tok) sunčane energije ne teče u zatvorenom krugu. Energija se, dolazeći sa Sunca, rasiplje i prelazi u toplinu, koja se spustila na nižu temperaturu tjelesa naše Zemlje i nalazi se ondje u smirenom i nepokretnom stanju.

Nas zanima sada, što se događa s organskim materijalom, koji je sintetski postao u biljkama, onda, kad dođe u naše ili životinjsko tijelo. Obratit ćemo zato našu pažnju ponajprije tvarnoj izmjeni ugljikovih hidrata (saharida ili šećera) u našem tijelu.

Kao hranu primamo ugljikove hidrate od najveće česti u formi polisaharida zvana škrob ili amylum. On je u vodi netopljiv, pa je zato zadatak naše probave, da ga pretvori u takvu modifikaciju, u takav spoj, koji je još uvijek ugljikohidratnog karaktera, ali je u vodi lako topljiv. Naši probavni organi raspolažu već u slini s fer-

mentima, što ih zovemo diastazama ili amilazama, koji su podobni u prisutnosti vode razdrobiti velike škrobne molekule u relativno male molekule glukoza ($C_6H_{12}O_6$). Navedeni fermenti, koji to rade, djeluju u slabo alkaličnoj reakciji: zato se glavni dio probave ugljikovih hidrata vrši u tankom crijevu. Uočimo li, kako se osobito u današnje dane naša hrana u glavnom sastoji od ugljikovih hidrata, pa ih zato trošimo u relativno znatnoj količini dnevno, to bi naši probavni organi morali sadržavati velike količine glukoze, koja je nastala probavom. No naš organizam pomaže sebi u jednu ruku tako, da želudac na mahove otpušta male količine hrane u tanko crijevo, a u drugu ruku, nastala glukoza brzo se resorbira u stijenkama tankoga crijeva. Moderna je fiziologija utvrdila zanimljivu činjenicu, da toj brzoj resorpciji glukoze uvelike pomaže fosforna kiselina. Ta se kiselina u stijenci tankoga crijeva esterski veže za molekule glukoze i tako izazivlje koncentracijsku razliku između glukoze u crijevu i glukoze u krvi: posljedica jest, da glukoza naglo struji u krv. U krvi se ona ne zadržava. Iz naših probavnih organa odvodi se krv najprije u jetru; a naša jetra je onaj organ, koji vrši kemijsku kontrolu svega hranljivog materijala, pa tako i ugljikovih hidrata. Stanice naše jetre raspolažu fermentima, koji su u prisutnosti brojnih molekula glukoze podobni dovesti do njihova udruženja i tako iz njih sagraditi našem organizmu svojstveni ugljikov hidrat, polisaharid, nalik na škrob, što ga zovemo glikogen. Ta prijetvorba glukoze u glikogen u jetri vrlo je važna i značajna. Vršimo li naime analizu naše krvi s obzirom na količinu šećera glukoze u njoj, to nam izlazi na vidjelo, da naša krv sadrži konstantnu relativno vrlo malenu količinu glukoze, t. j. oko 0,1%. A to će reći, da krv odrasloga čovjeka i kraj vrlo obilne ugljikohidratne hrane sadržava u sebi

tek oko 5 grama glukoze. Sva ostala glukoza, koja je nastala probavom i koja je resorbirana, spremljena je kao glikogen u našoj jetri. U tom organu zna se nakupiti i do 100 i više grama glikogena. No taj glikogen ne miruje u našoj jetri. Rad naših mišića treba neprestano nove količine energije, a isto tako treba i čitavo naše tijelo neprestano nove količine topline, da se održi na stalnoj temperaturi od $+36^0$ C. Energija se ta crpi kemijskom prijetvorbom glikogena. Radi toga mora glikogen iz jetre doći na mjesto u tijelu, gdje je energija potrebna, i mora ući u niz kemijskih reakcija, pri kojima se energija oslobađa. Konačni proizvod tih reakcija nama je poznat. To su: voda (H_2O) i ugljični dioksid (CO_2), što ih naše tijelo opet vraća anorganskoj prirodi. No put od glikogena do tih konačnih proizvoda disimilacije nije prost i jednostavan.

Tu je najprije pitanje, tko to pokreće glikogen iz jetre na njegovu disimilaciju? Zatim, kako i kojim utjecajima se molekule glukoze disimiliraju neprestano i postepeno, da dolazi do oslobađanja energije i do konačnih proizvoda disimilacije? Moderna je fiziologija uočila, da u tvarnoj izmjeni glikogena i glukoze u našem tijelu sudjeluju vrlo zamršeni faktori, ali je ipak ta tvarna izmjena harmonično upravljana tako, da u normalnim prilikama teče redovnim svojim putem. Put do otkrića svih tih faktora dugotrajan je i vrlo zanimljiv, a povezan je u prvom redu time, što se dadu poremetnjama u našem organizmu, a i vještačkim zahvatima izazvati anomalije u disimilaciji ugljikovih hidrata, od kojih se anomalija naročito ističe povećanje krvnoga šećera, h i p e r g l i k e m i j a, koje povećanje dovodi do izlučivanja šećera u mokraći (g l u k o z u r i j a.)

Jedno od prvih i najvažnijih otkrića bilo je otkriće t. zv. šećernoga živčanog centra u meduli oblongati, što ga je otkrio znameniti C l a u d e B e r n a r d svojim šećernim ubodom (»Piqûre de sucre«). Taj šećerni ubod dovodi do hiperglikemije i do glukozurije pa prema tomu izazivlje našu jetru na naglo i obilno pretvaranje glikogena u glukozu u tolikoj mjeri, da se ne može odmah sva glukoza disimilirati u stanicama naših mišića, pa zato dolazi do povišenja krvnoga šećera i do izlučivanja njegova u urinu (mokraći). Kasnija istraživanja pokazala su, da je šećerni ubod vrlo drastična mjera, koja oštećuje i druge organe i živce: došlo je do konstatacije, da ž i v c i v a g u s i s p l a n c h n i c u s, koji pripadaju simpatičnom i prasimpatičnom sistemu, također aktivno sudjeluju u poticaju jetre na prijetvorbu glikogena, a i do važnog otkrića, da se u srži pabubrežića stvara jedan hormon, koji isto tako sudjeluje u tome kemijskom zbivanju. Taj h o r m o n, n a z v a n a d r e n a l i n, također uštrcan u krv, dovodi do hiperglikemije i glukozurije. No najvažnije otkriće je svakako ono, koje je u vezi sa šećernom bolešću, t. j. s patološkom promjenom, koja je praćena stalnim povišenjem šećera u krvi i izlučivanjem šećera u mokraći. To se otkriće sastoji u tome, da se u žlijezdi pankreasu, i to u inzulama (otočićima) te žlijezde stvara stalno jedan h o r m o n, n a z v a n i n z u l i n, koji svestrano zahvaća u izmjenu ugljikohidrata u našem tijelu. Taj hormon je glavni razlog, da se izmjena ugljikohidrata u našem tijelu vrši onako, kako smo kazali, t. j. da se glikogen najprije fiksira u jetri, zatim da se mobilizuje iz jetre kao glukoza, i da ta glukoza nizom međusobno povezanih kemijskih reakcija konačno bude disimilovana do anorganskih produkata, t. j. do ugljičnoga dioksida i vode.

Kako smo već istaknuli, prije se mislilo, da se glukoza razgrađuje u mišićnim stanicama oslobađajući energiju direktnim procesom sagorijevanja u ugljični dioksid i vodu. Napornim istraživanjem pošlo je za rukom obuhva-

titi taj proces dublje i naći prijelazne stepenice, kojima on teče postepeno, u lancu reakcija u našim ćelijama oslobađajući postepeno energiju bilo kao toplinu, bilo kao mehaničku radnju.

Pri tim kemijskim procesima vrši važnu ulogu fosforna kiselina, pa je zanimljivo, da te kiseline ima već u samom glikogenu. Glikogen prelazi u jetri onda, kad su naši mišići u napornom radu, u glukozu, a ta se glukoza podvrgava u mišićima procesu, koji se zove fosforilovanje. To se fosforilovanje vrši uz pomoć naročitih fermenata, koji nose ime mišićna adenilna kiselina i vrše ulogu unošenja fosforne kiseline u glukozu i primanja nove fosforne kiseline u sebe. Ta adenilna kiselina je komplicirano građeni spoj, a u njezinu se sastavu nalazi i fosforna kiselina. Ona ima naročiti zadatak pri disimilaciji šećera glukoze, da daruje i prima u sebe fosfornu kiselinu.

Spoj šećera glukoze s fosfornom kiselinom kemijski se dalje mijenja. Te kemijske promjene vrše se raspadanjem molekula i promjenama tih molekula procesom, što ga možemo nazvati oksidoredukcijom. To će reći: jedan se raspadajni produkt glukoze oksidira, a drugi reducira. Taj posao vrši se uz pomoć vodika, a fermenat, koji kod njega sudjeluje, zove se kozimaza. I taj fermenat ima vrlo zamršeni kemijski sastav. Dalje kemijske promjene s tim novo nastalim produktima dovode do jedne kiseline, koja nosi ime pirogrozdana kiselina. Ona je naročiti produkt, oko kojega se kreće dalje kemijsko zbivanje u našim stanicama. Iz nje se može osloboditi ugljični dioksid uz pomoć fermenta karboksilaze, a ona može prijeći i u mliječnu kiselinu primajući u sebe vodik. Mliječna pak kiselina može se dalje kemijski mijenjati u jednu ruku tako, da konačno iz nje

prijeđe sav ugljik i vodik u ugljični dioksid i vodu, ali i tako, da se ta mliječna kiselina može ponovo pretvoriti u glukozu i vratiti u jetru, da prijeđe u glikogen.

Kako iz ovoga kratkog prikaza razabiramo, disimilacija šećera u našim ćelijama, pri kojoj se oslobađa energija, i koja daje također i konačne proizvode disimilacije — ugljični dioksid i vodu, nije jednostavan, nego vrlo zakučast tok kemijskih procesa. Zanimljivo je, da je uvid u tok tih procesa postignut na osnovi proučavanja alkoholnog vrenja šećera. I tu dolazi do fosforilovanja, do okidoredukcija, do postanja pirogrozdane kiseline, koja se pri alkoholnom vrenju konačno raspada u ugljični dioksid i alkohol. U našem pak organizmu pirogrozdana kiselina mijenja se kemijski drugojačije, i već smo spomenuli, da je važan njezin prijelaz u mliječnu kiselinu.

Fiziološka kemija prati jednako tako i izmjene drugog organskog materijala u našem tijelu, t. j. tvarnu izmjenu masti, lipoida i bjelančevine. Pritom je pošlo za rukom pokazati, da se pojedine ove grupe organskoga materijala pri tvarnoj izmjeni u našemu tijelu ne mijenjaju svaka sama za sebe u zatvorenom svojem krugu, nego je naročito važna spoznaja, da opstoje prijelazi iz jedne grupe u drugu.

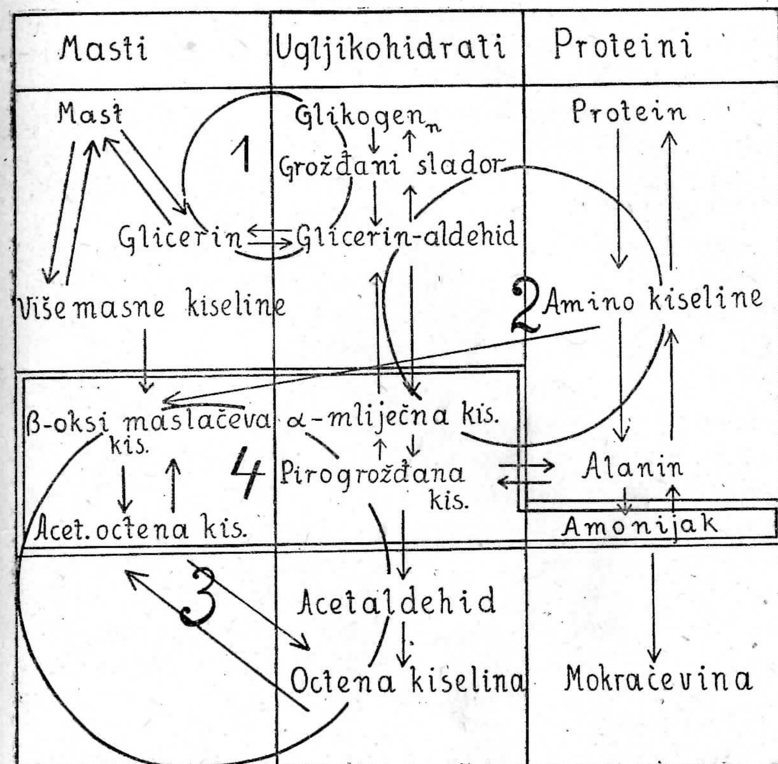
Za te prijelaze svjedoči u prvom redu poznata činjenica, da se životinje, na pr. svinje, tove, t. j. pohranjuju u svome potkožnom tkivu znatne količine masti, dok stvarno primaju u svojoj hrani relativno malo masti, a vrlo mnogo ugljikovih hidrata. Dakle,mora da se u životinjskom i našem tijelu mogu ugljikovi hidrati pretvarati u mast. Fiziološkoj kemiji je pošlo za rukom taj prijelaz objasniti. Nađene su stepenice, relativno jednostavno građeni

organski spojevi, koji onda služe za izgrađivanje velikih molekula onih masnih kiselina, što zajedno s glicerinom izgrađuju mast. Glicerin, pak, stoji vrlo blizu šećeru, pa se i pri gore navedenom procesu disimilacije šećera stvara stepenica, od koje je lagani skok za prijelaz u glicerin; zove se glicerinfosforna kiselina.

No i između ugljikovih hidrata i bjelančevina postoje također veze. Skok od mliječne kiseline — za koju smo čuli da nastaje iz glikogena i glukoze — do jednog dušičnoga spoja, koji se zove a l a n i n i koji se nalazi kao građa u velikim bjelančevinskim molekulama, relativno je također vrlo bliz. Zato opravdano držimo, da postoji međusobna veza i prijelaz ne samo između šećera i masti, nego između šećera i bjelančevine.

Ne ćemo se pobliže upuštati u objašnjavanje ovih kemijskih veza pri tvarnoj izmjeni organskoga materijala u našem tijelu. Već iz ovoga, što smo kazali o tvarnoj izmjeni ugljikovih hidrata, proizlazi, da se organski materijal u našem tijelu naročito živahno mijenja, i zato ga moramo nadoknađivati primajući ugljikove hidrate, masti i bjelančevine u našoj dnevnoj hrani. Bjelančevine su najvažniji materijal, jer one ne služe samo za produkciju energije, nego naročito za izgrađivanje protoplazme stanica, koje se radom našega tijela troše. Bjelančevine su glavni sastavni dio protoplazme svih naših stanica. No i masti i ugljikovi hidrati nisu sporedni organski materijal u našemu tijelu. Ugljikovi hidrati prvi su na biljezi, kad se radi o oslobađanju topline i mehaničke radnje za naše tijelo. No, kad se oni istroše, dolaze na red masti i konačno najdragocjeniji materijal našega tijela bjelančevine. Masti se odlikuju relativno najvećom proizvodnjom topline, pa zato imadu naročito značenje kao hrana u zimi.

Veze i prijelaze između masti, ugljikovih hidrata i proteina (bjelančevine) prikazuje nam shematski naša slika (vidi sliku 2.).



Sl. 2. Shematski prikaz veza i prijelaza između masti, ugljikovih hidrata i proteina

U pročelju te slike nalaze se velike molekule izlaznoga prirodnog materijala, t. j. masti, ugljikovih hidrata i proteina. Ispod svake ove vrsti materijala, prikazano je strelicama, kako se taj materijal razgrađuje u našem tijelu.

Tako vidimo, kako se m a s t i (već za probave) raspadaju u glicerin i masne kiseline, ali nam strelice pokazuju, da se, i obrnuto, glicerin i masne kiseline mogu povratiti u mast. To se doista i zbiva u našem tijelu. Ali vidimo i to, kako se više masne kiseline u našem tijelu pri tvarnoj izmjeni u našim stanicama raspadaju u niže, i to u oksimaslačnu kiselinu, koja, nadalje, stoji u vezi s acetoctenom kiselinom. Ta acetoctena kiselina — kako nam strelice pokazuju — može prijeći u samu octenu kiselinu, i obrnuto. Na slici nije naznačeno, ali moramo nadodati, da se konačno octena kiselina, preko stanovitih organskih spojeva, raspada u konačne proizvode disimilacije, a to su ugljični dioksid i voda. I to ne samo kao konačni proizvodi disimilacije masti, nego i ugljikovih hidrata.

U području s natpisom u g l j i k o v i h i d r a t i vidimo, kako se rezervni naš ugljikohidrat iz jetre, glikogen, cijepa u tvarnoj izmjeni u našim ćelijama najprije u grozdani šećer, a onda postepeno — kako smo već prije upoznali — uz fosforilovanje u glicerin aldehid, pirogrozdanu kiselinu i mliječnu kiselinu. Iz njih nastaju kao najniže stepenice raspadaja organski spojevi, koji su blizu jedan drugome, a to su acetaldehid i octena kiselina. A za octenu kiselinu već smo rekli da naročitim stepenicama prelazi konačno u anorganske proizvode, a to su ugljični dioksid i voda.

P r o t e i n i ili b j e l a n č e v i n e — kako nam strelice pokazuju — već se pri probavi drobe iz svojih velikih molekula u relativno male molekule organskih kiselina, koje imadu u sebi dušika i zovu se a m i n o k i s e l i n e. Dok se masti i ugljikovi hidrati raspadaju u relativno maleni broj proizvoda, broj različitih aminokiselina relativno je vrlo velik i doseže danas 26 različitih aminokiselina. No, kako nam strelice na slici pokazuju, naročito je istaknuta jedna

aminokiselina, a to je a l a n i n. Za nju se, naime, može kazati da se nalazi u sastavu malne svih ostalih aminokiselina. Od alanina prelaze strelice u anorganski spoj, amonijak. Procesom, naime, desaminovanja pri tvarnoj izmjeni u našem tijelu, raspadaju se doista aminokiseline tako, da njihov dušik prelazi u amonijak, ali se — kako nam strelica pokazuje — taj amonijak lako pretvara uz pomoć ugljičnoga dioksida i vode u organski spoj m o k r a ć e v i n u. Taj organski spoj je dobio zato to svoje ime, jer se doista nalazi kao glavni dušikov spoj u mokraći. Dakle, on se izlučuje iz našeg tijela kao konačni produkt disimilacije proteina. Ta disimilacija nije završila anorganskim produktima, ali se sama mokraćevina, djelovanjem fermenta ureaze, vrlo lako i brzo raspada u anorganske spojeve, a to su amonijak, ugljični dioksid i voda. Tako se i proteini konačno raspadaju u anorganske spojeve, od kojih su sintezama u biljnim ćelijama i postali.

Povrh toga ta nam shematska slika prikazuje tri kruga označena brojevima: 1, 2 i 3. Krug 1 je područje međusobnih prijelaza i stvaranja glicerina i šećera (grozdanog šećera), t. j. krug veza između ugljikovih hidrata i masti. Krug 2 je krug stvaranja šećera i bjelančevina, a krug 3 je krug stvaranja šećera i masnih kiselina. Strelice nam pokazuju, kako postoji prijelaz od alanina u pirogrozdanu kiselinu, od aminokiselina čak u oksimaslačnu kiselinu; zatim od octene u acetoctenu kiselinu, a od te u oksimaslačnu kiselinu i u više masne kiseline. Konačno vidimo na toj slici jedno područje označeno brojem 4 i ograđeno dvostrukim crtama. To se područje može nazvati područje međusobnih fizičko-kemijskih utjecaja između pojedinih sastavnih dijelova, koji izgrađuju i masti i ugljikove hidrate i bjelančevine. Mnogo je naučnoga truda

uloženo, dok je došlo do ovih spoznaja i ovakva uvida u kemijsko zbivanje u našem tijelu.

Još nam je istaknuti, da uz ove tri glavne grupe organskoga materijala nastupaju u našem tijelu — kako smo to već i opazili — još i neki naročiti organski spojevi i njihove tvorevine, ali u relativno vrlo malenim količinama. No i te njihove malene količine vrše nadasve važnu ulogu u odvijanju normalnih procesa u našem tijelu. Zato ih možemo nazvati djelotvornim tvarima i pomagačima kemijskoga životnog zbivanja. Dijelimo ih u tri grupe: fermenti, hormoni i vitamini. Te djelotvorne tvari odlikuju se naročitim osebinama, pa zato treba o njima posebno govoriti.

Fermenti, hormoni i vitamini

Životno kemijsko zbivanje karakterizirano je naročito time, što se u našem organizmu, pri relativno niskoj temperaturi, vrše kemijski procesi, koji se inače izvan našega tijela mogu zbivati istom pri relativno visokoj temperaturi. Moraju zato postojati u našem tijelu naročiti kemijski pomagači toga zbivanja, koji omogućuju kemijske promjene u našem tijelu i koji ravnaju tokom mnogobrojnih i zamršenih kemijskih reakcija tako, da se one harmonički u našem tijelu vrše.

Ti su pomagači u prvom redu f e r m e n t i ili e n z i m i. Ovo ime potječe odatle, što je vrenje ili fermentacija šećera od davnine poznati kemijski proces, koji se zbiva u prisutnosti kvaščevih gljivica, a grčko je ime za kvasac z i m e. Proučavajući taj proces, nauka je najprije otkrila —a to je zasluga velikog P a s t e u r a — da su kvaščeve gljivice sposobne pokrenuti životnim svojim procesom molekule šećera na raspadanje; a konačni je produkt toga

raspadanja, pri alkoholnom vrenju, ugljični dioksid i obični alkohol. Nauka je, dakle, utvrdila, da se u samim kvaščevim gljivicama, u njihovim stanicama nalaze sastojci, koji se mogu izlučiti iz stanica; ti sastojci kvasca dovode također šećer u stanje fermentacije ili vrenja. Tako je došlo do naziva e n z i m i, š t o ć e r e ć i, u k v a s c u s a d r ž a n e t v a r i. Za sve te spoznaje trebalo je dugotrajno naučno istraživanje. To naučno istraživanje, u novije vrijeme, okrunjeno je znatnim i velikim uspjesima. Pošlo je za rukom pronaći, da se enzimi iz kvasca, nazvani z i m a z a, sastoje od niza fermentnih sistema, kojima je pobliže objašnjena njihova kemijska struktura, a isto tako i njihovo djelovanje. Mi smo te fermentne sisteme već spominjali, kad smo govorili o postepenom razlaganju i rastvaranju šećera glukoze u našim mišićima, koje se zbiva uz produkciju energije.

No nisu kvaščeve gljivice i u njima sadržani fermentni sistemi jedini od značenja za kemijske procese u našem tijelu. Fermenti su u akciji u vaskolikom kemijskom zbivanju u njemu. S obzirom na to, u kojem smjeru djeluju pojedini fermenti, dadu se oni zgodno podijeliti u dvije grupe. Prva grupa nazivlje se h i d r o l i t i č k i f e r m e n t i. To su takvi fermenti, koji cijepaju velike molekule organskoga materijala u našem tijelu u prisutnosti vode i primanjem vode uz drobljenje u novo nastale manje molekule. To su naročito oni fermenti, koji vrše kemijske promjene, što se zbivaju s velikim molekulama ugljikovih hidrata, masti, lipoida i proteina z a v r i j e m e p r o b a v e t o g a h r a n l j i v o g m a t e r i j a l a u n a š e m t i j e l u.

Druga grupa fermenata važnih za naše tijelo su d e z m o l a z e, koji drobe u tvarnoj izmjeni organskoga materijala u našim stanicama molekule organskih spojeva

tako, da se odcjepljuje i prenosi vodik, i da se na to nadovezuje oksidacija. Za djelovanje tih fermenata značajno je, da se u tim reakcijama oslobađa iz hranljivoga materijala energija i stavlja na raspolaganje stanicama za njihove životne procese. To su, dakle, fermenti razgrađivanja (disimilacije), koje se, kako znamo, završava kod masti i ugljikovih hidrata konačnim anorganskim proizvodima, t. j. ugljičnim dioksidom i vodom.

Nastaje pitanje, što su fermenti i kao oni mogu zahvatiti u kemijske reakcije u našem tijelu pri relativno niskoj temperaturi?

Po svome kemijskom sastavu fermenti su zamršeno građeni spojevi ili mješavine spojeva, pa ih je relativno dosta teško izolirati iz živih stanica, u kojima se stvaraju i u kojima djeluju. Obično su oni sastavljeni od dvije komponente, od kojih jednu zovu koferment, drugu apoferment, a obje zajedno čine onda holoferment: Koferment + Apoferment = Holoferment. Ako k tomu nadodamo, da je apoferment obično bjelančevina, koja nosi odgovornost za specifičnost nekoga fermentnog sistema, a koferment je stvarno onaj agens, koji vrši zadatak samoga fermentnog sistema, razbiramo, da je doista holoferment zamršeno građena tvorevina. Budući da se bjelančevine mijenjaju povišenjem temperature, to je apoferment termolabilan, dok je koferment obično stabilniji kemijski spoj, kojemu kod nekih fermentnih sistema poznajemo i njegov kemijski sastav.

Dakle, fermentni su sistemi specifični. To će reći, jedan isti fermentni sistem može stupiti u akciju samo kod određenih tvari, koje su uopće pristupačne djelovanju fermenata. Zato i nazivljemo obično fermente prama supstratu (podlozi), na koji djeluju. Tako na pr. hidrolitički fermenti, što u prisutnosti vode razlažu ugljikove hidrate,

dakle ugljikohidratni fermenti, koji djeluju na škrob (amylum), nazivaju se prema supstratu amilaze; oni, koji djeluju na obični šećer, cijepajući ga na glukozu i fruktozu, zovu se saharaze (obični šećer = saharoza), a koji djeluju na mliječni šećer ili laktozu, zovu se laktaze i t. d. Fermenti, koji hidroliziraju masti, dakle lipolitički ili masni fermenti, zovu se lipaze ili esteraze, jer cijepaju masti, koje su esteri, u prisutnosti vode na glicerin i na masne kiseline. Fermenti, koji pak cijepaju proteine, zovu se proteaze ili proteinski fermenti, a to su ponajprije oni, koji cijepaju proteine samo do peptona, pepsin i tripsin, zatim, koji to cijepanje nastavljaju do aminokiselina, a zovu se peptidaze. Imena su svoja dobili fermentni sistemi, dakle, po supstratu, na koji djeluju.

Nauka je nastojala riješiti pitanje, zašto je djelovanje fermenata specifično. Organski kemičari iznijeli su dokaze, da se specifičnost fermenata osniva na korespondenciji unutarnje strukture fermenta i supstrata. Organska kemija, na osnovi svojih istraživanja, može danas prikazati unutarnji raspored pojedinih atoma i atomskih skupina u nekoj molekuli, t. j. prikazati unutarnju konfiguraciju ili strukturu takve molekule. Uspoređujući strukturu nekih proučenih fermenata i strukturu supstrata, došla je organska kemija do zaključka, da ferment i supstrat moraju odgovarati jedan drugomu po svojoj konfiguraciji onako od prilike kao ključ i ključanica.

I na važno pitanje, u čemu se sastoji sudioništvo fermenta u nekoj biokemijskoj reakciji, pošlo je za rukom nauci dati odgovor. Sudioništvo fermenata dade se u glavnom dovesti u vezu sa sudioništvom katalizatora pri kemijskim reakcijama. Davno su kemičari zapazili, da se prisutnošću nekih tjelesa, na pr. prisutnošću

platine u obliku spužvice, dade izazvati reakcija između pojedinih elemenata, koja se inače zbiva tek pri povišenoj temperaturi. Tako se na pr. dade zapaliti vodik pomoću spužvaste platine bez plamena žigice (D ö b e r e i n e r o v a l a m p a). Takva pomagala, kao što je spužvasta platina, postala su vrlo važna za kemijske tehničke procese, pa ih je zato nauka svestrano istražila. Govorimo o katalitičkim procesima i o katalizatorima. Oni djeluju pri nekoj kemijskoj reakciji svojom prisutnošću, a ne ulaze u konačne proizvode dotične kemijske reakcije. Djeluju pak tako, da one kemijske reakcije, što su već započele, ali su pri običnoj temperaturi u vrlo sporom i jedva zamjetljivom toku, pospješe, ubrzaju. Katalizatori, dakle, ne unose u kemijsku reakciju, pri kojoj sudjeluju, nove količine energije; oni samo pomažu, da već prisutna energija stupi brže u akciju i privede kemijski proces njegovu kraju. Zato su djelovanje katalizatora usporedili s djelovanjem ulja i maziva pri radu strojeva.

F e r m e n t i v r š e t a k o đ e r p r i k e m i j s k i m p r o m j e n a m a u n a š e m t i j e l u u l o g u k a t a l i z a t o r a. Oni pri relativno niskoj temperaturi pospješuju kemijske reakcije svojom prisutnošću, u relativno malenoj količini, da se te reakcije brže odigravaju. No fermentni sistemi, već po kompliciranoj svojoj kemijskoj prirodi, samo se u glavnom pokrivaju s ulogom katalizatora. Za njih je naročito karakteristično još i to, što oni pri kemijskim reakcijama, koje pospješuju, prolazno ulaze u stanovite spojeve s proizvodima, što tu nastaju, ali se na koncu niza reakcija, koje teku u lancu, nađu ponovo oslobođeni za nov pothvat. Odatle slijedi, d a j e r e l a t i v n o m a l e n a k o l i č i n a f e r m e n t a d o s t a t n a z a k e m i j s k u i z m j e n u r e l a t i v n o z n a t n e k o l i č i n e i z l a z n o g a m a t e r i j a l a.

Još je jedna važna karakteristika fermenata. Isti oni fermenti, koji u našem tijelu pomažu razgrađivati velike molekule u njihove manje komponente, na pr. molekule masti u glicerin i masne kiseline, isti ti fermenti, dakle lipaze, d j e l u j u i u o b r n u t o m s m j e r u, t. j. p o m a ž u u n a š i m s t a n i c a m a i z g l i c e r i n a i m a s n i h k i s e l i n a i z g r a đ i v a t i m o l e k u l e m a s t i. Ta sposobnost osobito je važna za kemijsko zbivanje u našem tijelu i nosi odgovornost za karakterističnu pojavu, da se iz ugljikovih hidrata, masti i proteina, što ih primamo u našoj hrani, nakon što su ti spojevi probavom rastavljeni najprije u svoje komponente, izgrađuju u našem tijelu takve molekule ugljikovih hidrata, masti i bjelančevina, k a k v e s u u p r a v o k a r a k t e r i s t i č n e z a n a š a t k i v a i n a š e s t a n i c e. Naša mast nastala je, na primjer, iz svinjske masti; iako su oba produkta u glavnom jednakoga kemijskog sastava, ipak oni nisu potpuno istovetni, nego se odlikuju karakterističnim svojim osobinama.

Iz svega ovoga razbiramo, da fermenti vrše važnu ulogu u kemijskom zbivanju u našem tijelu. Oni omogućuju kemijske reakcije u smjeru razlaganja i rastvaranja, kao i u smjeru sinteze i izgrađivanja organskoga kemijskog materijala. Već smo prije spomenuli, da pri razlaganju toga materijala vrši važnu ulogu v o d i k. I ta uloga u vezi je s fermentima, koji se zovu h i d r a z e i d e h i d r a z e. Kofermenti dehidraze jesu sami po sebi redoksisistemi, t. j. oni sami djeluju kao primaoci i davaoci vodika, i to tako, da vodik primaju i daju. Oni su zapravo uklopljeni između početnoga davaoca i konačnoga primaoca. Najproučeniji ovakav f e r m e n t j e k o z i m a z a, jedna kodehidraza, pa je poznat i njezin kemijski sastav. Ona se sastoji iz amida nikotinske kiseline, adenina i šećera

pentoze, vezana na fosfornu kiselinu. Iz toga kemijskog sastava ujedno razbiramo, kako je kemijski sastav nekoga fermenta u našem tijelu znatno udaljen od nekog anorganskog katalizatora, kakav je na pr. spužvasta platina, dakle prosti kovinski elemenat.

Kovinski elemenat ž e l j e z o nalazi se kao važan sastavni dio u f e r m e n t u d i s a n j a u stanicama našega tijela. Upoznali smo, da se organske tvari razgrađuju u našim stanicama uz sudjelovanje i prenošenje vodika. No taj vodik treba konačno prenijeti na kisik, a to vrši ferment staničnoga disanja, pa je on prema tomu oksidacijski ferment. Željezo je u tom fermentu trovaljano, ali prelazi u dvovaljano i obrnuto. Baš u tom neprestanom prijelazu željeza iz jedne forme u drugu leži sposobnost aktiviranja kisika s pomoću toga fermenta. Ferment disanja ima, dakako, također zamršeni kemijski sastav. On je uklopljen u strukturu stanica, u čvrsti njihov skelet, pa se zato ne da lako odijeliti od stanice. Taj važni ferment vrlo je osjetljiv prema nekim otrovima, naročito prema ugljičnom monoksidu i cijanovodiku. Zato se ti otrovi zovu otrovi disanja. Otrovanje ugljičnim monoksidom sastoji se u vezivanju ugljičnoga monoksida za dvovaljano željezo u fermentu disanja, pa zato dolazi do sprečavanja oksidacije. Cijanovodična kiselina, odnosno cijankalij, vežu se za trovaljano željezo u fermentu disanja, pa je zato spriječena sposobnost redukcije u stanicama. Otrovanja nastupaju relativno brzo, jer se fermenti disanja, t. j. željezo u njima, nalaze u našim stanicama u vanredno malenoj količini. Računa se oko 1 dio željeza na 10,000.000 dijelova protoplazmatičke tvari.

Tako smo, u glavnom, upoznali naše najvažnije fermente i njihov zadatak. Na njih ćemo sada nadovezati one pomagače kemijskoga zbivanja u našem tijelu, koji

nose ime h o r m o n i. I s njima smo se već sastali. Tako smo čuli za važan hormon u izmjeni ugljikohidrata i šećera u našem tijelu, što ga izlučuje hormonalni organ žlijezda pankreas i nosi ime i n z u l i n. Uopće su hormoni izvodi stanovitih naših žlijezda s unutarnjom sekrecijom (izlučivanjem), t. j. onih žlijezda, koje izvode posebne djelotvorne tvari pa ih otpuštaju u našu krv. Uz pankreas, to su naročito još žlijezda štitnjača (glandula thyreoidea), zatim kora i srž nuzbubrega, hipofiza, i muške i ženske spolne žlijezde. Iz toga razbiramo, da su hormoni kemijski proizvodi, koji se stvaraju kemijskim sintezama u organima našega tijela isto onako, kao što su to i fermenti, što nastaju posvuda u našim stanicama. To nisu tvorevine, koje bismo mi morali gotove unositi u naše tijelo s našom hranom, premda primamo u našoj hrani sastojine, koje služe za izgrađivanje fermenata i hormona.

Zato je mnogo truda uloženo u prvom redu, da se iz hormonskih organa izluče u čistomu stanju stanoviti hormoni, i da se prouči njihov kemijski sastav. Dakako, prije toga moralo je na osnovi fizioloških istraživanja biti utvrđeno, da stanoviti organ doista producira hormone. Otkriće i potanko proučavanje hormona vrlo je suptilan i zamršen posao. No, nauka je i na tom području došla do zamjernih uspjeha, koji su naročito okrunjeni time, što je pošlo za rukom ne samo izlučiti neke hormone iz organa tijela, proučiti njihov kemijski sastav, nego ih i vještački u laboratoriju prirediti, čak s jačim djelovanjem, negoli što ga pokazuju sami prirodni hormoni.

To se tiče naročito s e k s u a l n i h h o r m o n a. U čovječjem tijelu oni se stvaraju u relativno vrlo malenim količinama u muškim i ženskim spolnim žlijezdama. Trebalo je zato obraditi veliku količinu materijala, da se iz njih izluči dotični hormon u znatnijoj količini. Tako je

na pr. izračunao Abderhalden, da bi za proizvodnju jednog kilograma muškoga hormona, koji se zove testosteron, trebale spolne žlijezde od 12 milijuna bikova. Zato i jest važan uspjeh sintetske organske kemije, što joj je pošlo za rukom taj spolni hormon vještački proizvesti kemijskim putem. Na tom području istraživanja ističe se naročito kemičar Ružička, rodom iz naših krajeva, koji radi u Zürichu sa svojim suradnicima, među kojima se odlikuje svojim najnovijim pronalascima i Hrvat, dr. Prelog.

U tu svrhu trebalo je najprije objasniti kemijski sastav spolnih hormona. Pokazalo se, da i muški i ženski spolni hormoni stoje u vezi s jednim važnim kemijskim spojem, vrlo rasprostranjenim u živim bićima u malim količinama, koji nosi ime holesterin. Holesterin je po svojim vanjskim osobinama nalik na masti i prema tomu pripada među lipoide. On se, naime, otapa u istim otapalima kao i masti, na pr. u eteru, benzinu, alkoholu i t. d. No po svojoj unutarnjoj kemijskoj građi holesterin se znatno razlikuje od svih grupa organskoga materijala u našem tijelu, t. j. od unutarnje kemijske strukture, kakvu imadu masti, ugljikovi hidrati i proteini. Sam za sebe holesterin vrši u našem tijelu vrlo važan zadatak. Najnovija istraživanja pokazala su, da se upijanje masti u našu krv vrši uz pomoć holesterina. Masti i masne kiseline, koje se oslobađaju pri probavi masti, nisu topljive u vodi, pa zato je bilo teško objasniti, kako mogu crijevne stijenke upiti u sebe i prenijeti masne kiseline u našu krv. Pozivala su se u pomoć razna pomagala, dok nije konačno utvrđeno, da relativno malena količina holesterina u stanicama crijevnih stijenka može privući na sebe i prebaciti u našu unutrašnjost relativno znatne količine masnih kiselina.

Taj holesterin je izlazni kemijski spoj za kemijsku građu muških i ženskih seksualnih hormona. On je ujedno izlazni materijal za vještačku pripremu seksualnih hormona. Za njega je dokazano da sintetski nastaje kemijskim procesima u našemu tijelu. Taj sintetski put nije do danas još potpuno objašnjen.

U pogledu uloge seksualnih hormona u kemijskom zbivanju našega tijela istaknuti nam je, da oni ne vrše samo poticaj za rad i razvoj spolnih organa i vršenja njihovih funkcija, nego su ti hormoni važni za rastenje i razvoj čitavog organizma, pa njihovo djelomično nedostajanje ili njihov suvišak izazivaju znatne promjene u čitavom organizmu. U tu svrhu fiziološka je nauka utvrdila čitav niz drastičnih i jasnih promjena, naročito u izgledu muških i ženskih karakteristika našega tijela, tako da je jasno, kako prevlast stanovitih seksualnih hormona može preobraziti ženski individuum u muški i obrnuto.

Iz toga razbiramo, da hormoni uopće moraju zahvatiti znatno u kemijsko zbivanje u našem organizmu, pa su zato oni od vrlo velikoga značenja za normalno odvijanje toga zbivanja. Nema sumnje, da oni nose odgovornost za fiziološke funkcije našega tijela, a jamačno zahvaćaju i u duševni život čovjekov, kako je to istakao već prije citirani fiziolog Carrel. Kemiji je pošlo za rukom objasniti kemijsku strukturu muških i ženskih hormona, pošlo joj je za rukom uočiti stanovite razlike kod jednih i drugih. Ali iz tih razlika u kemijskoj strukturi ne da se objasniti njihovo djelovanje. Zanimljivo je to, da muški i ženski hormoni, iako se nešto razlikuju po svojoj kemijskoj strukturi, nisu specifični, t. j. jedni i drugi djeluju na oba spola. Njihovo je, dakle, djelovanje uklopljeno u kemijsko zbivanje uopće, kako se ono odigrava u našem tijelu bez obzira na spol.

S obzirom na kemijsku izmjenu organskoga materijala u našemu tijelu svakako je jedan od najvažnijih hormona inzulin. Po svojoj kemijskoj prirodi on pripada među bjelančevine i ne da se do danas vještački prirediti. Njegova kemijska bjelančevinska priroda bila je razlog, da ga je bilo dosta teško izlučiti iz organa, u kojemu se stvara, t. j. iz stanica inzula u pankreasu. Isprva su pri tim pokusima bili izlučeni i proteolitički fermenti zajedno s inzulinom, a kako je inzulin po svojoj kemijskoj prirodi također protein, to su ga ti fermenti rastvorili. Proteinska priroda inzulina razlog je, da se pri terapiji šećerne bolesti inzulin mora uštrcavati, a ne može se uzimati na usta. Probavni naši fermenti, koji probavljaju proteine, probavili bi i inzulin. No, ipak je pošlo za rukom izlučiti inzulin u znatnoj količini iz žlijezda, koje ga proizvode, pa je on danas uspješni lijek pri liječenju šećerne bolesti. To je bolest, koju vrstaju među bolesti tvarne izmjene u našem tijelu. Inzulin, dakle, bitno zahvaća u tu tvarnu izmjenu, pa je pošlo za rukom uočiti važne zadatke, što ih on vrši u tvarnoj izmjeni ugljikovih hidrata, počevši od fiksiranja glikogena u jetri do čitavoga niza reakcija, koje se vrše pri razgrađivanju šećera, naročito u stanicama naših mišića. Bez inzulina nema normalnog toka tih reakcija, zato se u pomanjkanju inzulina šećer nakuplja u krvi i izlučuje u mokraći. Time se gubi njegova hranljiva vrijednost za naše tijelo, a pojavljuju se u većoj količini kemijski spojevi, koji djeluju otrovno na naš organizam, a zovu se acetonska tjelesa.

I hormoni iz kore i iz srži nuzbubrega zahvaćaju znatno u izmjenu organskoga kemijskog materijala u našem tijelu. Zato se pri oštećenju tog organa pojavljuju patološke pojave, kao što je na pr. Addisonova bolest. Kemijski sastav i hormona iz kore nuzbubrega i hormona iz srži je poznat, pa se oni dadu vještački prirediti. Isto je tako poznat kemijski sastav hormona iz žlijezde štitnjače (glandula thyreoidea). Oni sadržavaju u sebi joda i zahvaćaju u kemijsko zbivanje u našem tijelu (Bazedovljeva bolest). Kod njih se ne ćemo pobliže zadržavati.

Konačno zahvaćaju kao pomagači kemijskoga zbivanja u našem tijelu još i vitamini. Baš u vrijeme, kad su fiziolozi držali, da su poznate sve kemijske sastojine važne za život, i da bi se hranljive tvari naše hrane mogle bar u principu nadomjestiti dobro poznatim vještačkim proizvodima, došlo je do otkrića, da tomu nije tako. Uz masti, lipoide, ugljikove hidrate i najvažnije proteine moraju u našoj hrani biti prisutne, u relativno malenim količinama, još neke tvari, bez kojih se kemijsko zbivanje u našem tijelu ne može normalno odvijati. Tako je najprije pronađeno, da je razlog nekim bolestima, koje se pojavljuju kod jednolične hrane, naročito kod hrane s poliranom rižom i s konzervama, dakle kod hrane, koja ne sadržava u sebi zelenih biljnih dijelova, nedostatak naročitih tvari, koje se nalaze u malenim količinama u rižinoj sjemenci prije poliranja i u zelenim biljnim dijelovima, t. j. u voću i povrću. Bolesti su se te, zvane Beri-beri, pelagra i t. d., dale liječiti svježim voćem i povrćem. Nastalo je zato traganje za tim kemijskim sastojcima u rižinoj kliji (iz vanjskoga sloja rižine sjemenke), u voću i povrću, zatim i u mesnatoj našoj hrani, pa je došlo do otkrića tvari, koje su nazvane vitaminima. One su danas znatno i dobro proučene. Pošlo je za rukom ne samo izolirati stanovite vitamine iz prirodnih produkata, proučiti njihov kemijski sastav, nego ih i vještački prirediti. Nauka o ishrani kao i terapija stanovitih bolesti dobile su znatnu podršku na osnovu svestranoga izučavanja vitamina.

Već smo pri izgrađivanju i razgrađivanju anorganskoga materijala naših kostiju saznali, da u tom kemijskom poslu vrši znatnu ulogu v i t a m i n i z g r u p e D (D - v i t a m i n i). Jer liječi bolest rahitis, ime mu je a n t i r a h i t i č n i v i t a m i n. Tamo smo spomenuli, da malena količina toga vitamina upravlja snošajem između kalcija i fosforne kiseline u krvi, a taj je snošaj odlučan za normalno izgrađivanje kostiju. Sad nam je još nadodati, da se vitamini iz grupe D po svom kemijskom sastavu naslanjaju na seksualne hormone, t. j. i v i t a m i n i g r u p e D j e s u d e r i v a t i h o l e s t e r i n a. I oni imadu u svojoj kemijskoj strukturi holesterinski kostur. Zato nam ponovo izlazi na vidjelo značenje holesterina za kemijsko zbivanje u našem tijelu! Djelovanjem Sunca na našu kožu, naročito djelovanjem ljubičastih zraka, pretvara se holesterin u antirahitični vitamin. Vitamini grupe D prema tomu su životinjskoga porijekla, a jer se nalaze u ribljemu ulju, znak je, da pripadaju vitaminima, koji su topljivi u masti i u uljima.

Inače se vitamini stvaraju u bilju. Od vitamina, koji su topljivi u mastima, vrlo je rasprostranjen u svim zelenim biljnim dijelovima, pa u mrkvi kao njena boja, p r o - v i t a m i n A, koji nosi ime k a r o t i n. Taj, naime, vitamin može u našem tijelu prijeći u vitamin A, a vitamin A je važan za rastenje kao i za dulje podržavanje tjelesne težine našega tijela. Nestašica toga vitamina u hrani izaziva degeneraciju očne rožnice, bolest zvanu kserof-talmija. Zato se vitamin A može nazvati a n t i k s e r o f - t a l m i č k i v i t a m i n.

Od vitamina topljivih u vodi najvažniji su v i t a m i n i i z g r u p e B. Oni se nalaze naročito u kvascu, žitnom zrnju i u onom sloju riže, koji se skida kod poliranja. Njihov je sastav poznat, pa se dade i vještački prirediti.

Fiziološko djelovanje usmjereno je na normalno ishranjivanje naročito perifernoga živčevlja, pa se zato v i t a - m i n B_1 z o v e a n e u r i n. On liječi spomenutu bolest Beri-beri. No upotrebljava se danas u terapiji mnogih bolesti, naročito onih, koje su izazvane prekomjernim uživanjem alkohola. Zanimljivo je, da u njegovu kemijskom sastavu imade i sumpora.

U vodi se otapa i v i t a m i n C, koji se zove, poradi toga što liječi skorbut, a n t i s k o r b u t s k i v i t a m i n. Toga vitamina imade u svježem limunovu soku, proklijalom grašku i pasulju, u zelenoj paprici, ali i u svježim mesnatim dijelovima. Njegov kemijski sastav je prilično jednostavan, a nosi ime a s k o r b i n s k a k i s e l i n a. Stoji u neku ruku blizu molekuli glukoze.

Ne ćemo se podrobnije zadržavati kod ostalih vitamina. Spomenut ćemo još samo to, da i jedan važni f e r - m e n t, koji vrši ulogu pri vrenju šećera, a nalazi se i u našemu tijelu, ima u svom sastavu vitamin B_1. Dakle, djelovanje toga fermenta, koji nosi ime k a r b o k s i - l a z a vrši se uz pomoć aneurina, t. j. vitamina iz grupe B. Koferment karboksilaza pri alkoholnom vrenju odcjepljuje ugljični dioksid iz pirogrozdane kiseline. Taj koferment je spoj aneurina sa pirofosfornom kiselinom. — Toliko o vitaminima, kojima priklanja naročitu pažnju i nauka o ishrani i terapija.

Upoznali smo tako ukratko p o m a g a č e k e m i j - s k o g z b i v a n j a u našem tijelu, što ih zovemo fermentima, hormonima i vitaminima. Oni su vrlo važni pomagači, a naročito je karakteristično to, š t o s u d o - s t a t n e r e l a t i v n o m a l e n e k o l i č i n e n j i h o v e, d a o b a v e s v o j v a ž n i z a d a t a k u n a š e m t i j e l u.

Promet energije

Izvor svega života i rada na našoj Zemlji je Sunce. Prema tomu je Sunce izvor tjelesnoga i duševnoga rada čovjekova. Tu spoznaju isticali su već stari narodi, naročito Egipćani, koji su postavili Sunce za vrhovno božanstvo svoje. Oni govore već 1400 godina prije Krista o Suncu kao gospodaru neba i zemlje, koji je gospodar stvorio zvijezde i ljude, razasuo zemlje i narode, dao svetu vodu Nil i sve druge vode i život u njima.

Moderne prirodne nauke osvijetlile su približno, zašto je Sunce izvor života i rada na našoj Zemlji. Obično se misli, da je tomu uzrok toplina, što dolazi sa Sunca k nama. Toplina je forma energije. Fizika je objasnila, da toplina sama kao takova ne može prijeći u rad i gibanje, pa prema tomu i u naše životne manifestacije, ako ne struji i ne silazi s višega svoga nivoa na niži, s više temperature na nižu, s višeg energetskog potencijala na niži. A baš to je realizirano između vanredno užarenoga Sunca (nekoliko tisuća stupanja) i relativno hladne površine naše Zemlje! Kao što u parnom stroju može toplina, koja se nalazi sadržana u vrućoj vodenoj pari (oko + 300° C), spuštajući se s te temperature na temperaturu vode, što curi iz kondenzatora parnoga stroja (oko + 40° C), prijeći u drugu formu energije, naročito od česti i u radnju parnoga stroja, tako i sunčana energija spuštajući se s užarenoga Sunca na Zemlju, može od česti prijeći u druge forme energije. Baš zato pružaju prema sunčanom svijetlu neizmjernu svoju površinu zelene biljke, da zaustave sunčanu energiju pri njezinu spuštanju na temperaturni nivo naše Zemlje, i da je izrabe za kemijsku sintezu organskih spojeva u svojim zelenim stanicama. U tim, dakle, zelenim stanicama prelazi sunčana energija u kemijsku energiju. Ta kemijska

energija ostaje pohranjena u organskom biljnom materijalu, osobito kao rezervna hrana za klicu u plodovima i gomoljima. Ta pohranjena kemijska energija izvor je svih naših energetskih životnih manifestacija.

Kao što parni stroj crpe svoju energiju iz uglja, koji u njemu gori i gorenjem oslobađa u sebi, kao kemijsku energiju, pohranjenu sunčanu energiju, da je pretvori u toplinu, koja u parnom stroju može — kako smo rekli — od česti prijeći u radnju, isto tako i organski materijal naše hrane, što dolazi u naše tijelo, raspadanjem i razlaganjem u našim stanicama oslobađa pohranjenu sunčanu energiju, koja onda stupa u našem tijelu u akciju. Pritom treba naročito istaknuti, da je moderna fiziologija uglavila, da rad naših mišića nije analogan radu parnoga stroja u pogledu prijelaza topline u radnju. Naši mišići mogu neposredno crpsti pohranjenu kemijsku energiju iz organskoga materijala u našim stanicama, pa zato rad našega tijela nije poput parnoga stroja toplinska ili termijska mašina, nego je rad i gibanje čovjeka kemijski dinamski stroj. Radi jednostavnosti služi se fiziologija još uvijek kalorijama kao jedinicama, kojima izražava brojčane odnose u energetskom prometu u našem tijelu, no to ne znači, da je naše tijelo kalorična mašina, koja izrabljuje prijelaz topline s više na nižu temperaturu, jer znatnih razlika u temperaturi u našem tijelu i nema.

Promet energije u našem organizmu vrlo je zamršen. Obično je o njemu govora u vezi s našom ishranom. Osnovna je naučna spoznaja ta, da je potrošena u zelenim biljkama za sintezu stanovite količine organskoga materijala iz ugljičnoga dioksida i vode stalna i određena količina sunčane energije, i to za svaki gram ugljikovih hidrata, t. j. spojeva, koji pri toj sintezi prvi postaju,

okruglo 4 kilogram-kalorije. Ista količina energije oslobađa se uvijek, kad se jedan gram ugljikovih hidrata u našem tijelu postepeno razgrađuje do konačnih proizvoda, ugljičnog dioksida i vode. Jednaku količinu kalorija dobivamo i pri razgrađivanju bjelančevine, dok 1 gram masti daje mnogo više, t. j. 9 kilogram-kalorija.

Prije negoli iznesemo glavne konture energetskoga prometa u našem tijelu, moramo naročito istaći, da je za objašnjenje tih zanimljivih i važnih prilika u živim bićima pridonijela i naša nauka. U »Actualites scientifiques et industrielles« izašle su dvije knjige našega fiziologa, prof. Ivana G j a j e (»L'Homeothermie« i »La Thermoregulation«, Paris, 1938.). U tim knjigama vidimo, da je na razmršavanju zamršenih energetskih prilika u živim bićima mnogo uradio ne samo autor tih knjiga, profesor fiziologije u Beogradu, nego i čitav niz njegovih suradnika, a to su naročito Šahović, Dimitrijević, Maleš, Marković, Aleksandar Gjaja, a ponajviše njegov vrijedni bivši asistent G e l i n e o. Napunja nas ponosom, da toliko naših istraživača sudjeluje svojim eksperimentskim radovima na tako važnom i suptilnom polju naučnoga istraživanja.

S praktičkoga stajališta i sa stajališta promatranja običnih dnevnih životnih prilika zanimao bi nas u prvome redu potrošak energije u našem organizmu za proizvodnju tjelesnoga i duševnoga našega rada. No prije toga moramo obratiti našu pažnju na neke važne konstatacije iz područja istraživanja energetske bilancije u živim bićima, jer će nam onda biti preglednija cjelokupna slika. Tako je u prvom redu fiziološka nauka došla na misao, da po mogućnosti uoči i zaokruži onu količinu energije, koja je potrebna za funkcioniranje našega organizma onda, kad je on, po mogućnosti, u potpunom mirovanju, naročito s obzirom na mišićni rad. Osim toga, moraju i probavni

organi biti što manje zaposleni, a okolna temperatura mora biti takova, da ne utječe na tvarnu mijenu u organizmu. U tim je prilikama određena količina energije izraz najintimnijih fizioloških energetskih potreba ćelija, tkiva i organa. Fiziološka nauka je fiksirala osnovnu količinu toga energetskoga prometa i najmanju i neophodnu potrebu energije za održavanje životnog mehanizma. T a j j e p r o m e t i m a t e r i j e i e n e r g i j e n a z v a n o s n o v n i p r o m e t i l i b a z a l n i m e t a b o l i z a m. Razumije se samo po sebi, da je za određivanje bazalnog metabolizma potrebno ostvariti čitav niz vanjskih okolnosti u tom cilju, da je nađena količina energije doista jedino poslužila za osnovni fiziološki promet energije u našem organizmu. Fiziolozi su utvrdili, da temperatura od nekih 18—20° C kod čovjeka u proljetnom odijelu ili u kadi pri 35—36° C ne iziskuje nikakove naročite produkcije energije u našem organizmu za održanje našega tijela na stalnoj temperaturi. Zato se u tim prilikama određuje osnovni ili bazalni promet energije.

Nema sumnje, određenje je toga bazalnoga energetskoga prometa za fiziologiju i patologiju vanredno važno. Između ostaloga pošlo je za rukom mnogobrojnim određenjima kod t. zv. normalnih individua postići srednje vrijednosti za bazalni metabolizam. Polazeći od tih srednjih vrijednosti moguće je određivanjem osnovnoga ili bazalnoga metabolizma utvrditi, da li je došlo kod nekoga individuuma do poremetnje u stanovitim tjelesnim organima.

Jasno je, da će k osnovnom prometu energije morati pristupiti stanoviti nadodatak ponajprije onda, kad organizam nije u takvoj okolini, da nesmetano može sačuvati svoju normalnu stalnu temperaturu. K o l i č i n a e n e r g i j e, š t o j e m o r a p r o i z v o d i t i n a š o r g a n i z a m

radi održanja na normalnoj temperaturi, može se nazvati dopunskom toplinom ili toplinom kemijske termoregulacije. Možemo kazati, da je to proizvodnja topline radi topline. Što je temperatura okoline niža, jasno je, da treba naš organizam proizvoditi sve veći broj kalorija radi kemijske termoregulacije. On ih crpi naročito zimi iz naše masne hrane, pa zato jedemo zimi više masti, jer mast od sve naše hrane daje razgrađivanjem u našim stanicama najviše kalorija!

Imajući u vidu ove dvije veličine profesor Gjaja je obratio naročitu pažnju daljoj jednoj veličini u energetskom prometu organizma. On je sa svojim suradnicima proučavao količinu energetskoga prometa nekog organizma pri sve nižim temperaturama njegove okoline pa je našao za pojedina živa bića graničnu temperaturu, pri kojoj izvjesna toplokrvna životinja može još uvijek proizvoditi toliko energije, da se održi na normalnoj temperaturi svoga tijela. On je uveo u fiziološku nauku novu jednu veličinu, koju je nazvao vrhunskim metabolizmom (»metabolisme de sommet«) i definirao je ovako: Vrhunski je metabolizam promet energije u krajnjoj borbi protiv hladnoće, poslije kratkog gladovanja, kad je svaki voljni mišićni rad isključen. Kako vidimo, i ova je veličina jedna fiziološka karakteristika živih bića. Uočena je i određivana u analognim prilikama kao i osnovni metabolizam, dakle kad su u akciji samo osnovne funkcije nekoga živoga bića, a isključen je naročito voljni mišićni rad. Razumije se samo po sebi, da je i vrhunski metabolizam izražen brojevima, na pr. brojevima kalorija na kvadratni metar površine nekog živog bića u 24 sata.

To je veći broj, negoli je osnovni ili bazalni metabolizam toga istoga živoga bića. Iz istraživanja profesora Gjaje i njegovih suradnika razabiramo, da vrhunski metabolizam podijeljen s bazalnim metabolizmom daje kod većine istraživanih životinja broj, koji se kreće nešto malo iznad 3.

Pri istraživanju jednoga i drugoga metabolizma došao je profesor Gjaja sa svojim suradnicima do nekih zanimljivih konstatacija. Tako je na pr. utvrdio, da je donja kritička temperatura, pri kojoj mogu neke ptice i sisavci još barem jedan sat zadržati svoju normalnu temperaturu, i u kojoj kritičkoj temperaturi treba mjeriti veličinu vrhunskoga metabolizma: za štakora — 25° C, za kunića — 45° C, za kokoš — 50° C, za patku — 100° C, a za psa — 160° C. Iz ovog ujedno razabiramo otpornost pojedinih navedenih životinja prema hladnoći. U pogledu čovjeka navodi profesor Gjaja u svojoj knjizi, da do danas još nije određena donja kritička temperatura, u kojoj bi se onda mogao točno odrediti i vrhunski metabolizam, ali se prilično sigurno može kazati, da bi čovjek, go i miran, mogao samo kratko vrijeme ostati na životu pri temperaturi nešto ispod ništice. Umro bi od hipotermije!

Proučavajući vrhunski promet energije, odnosno kvocijent, što ga dobijemo tako, da se podijeli vrhunski promet energije s osnovnim prometom, došao je profesor Gjaja sa svojim učenicima do raznih rezultata s obzirom na utjecaj stanovitih vanjskih faktora, nadalje infekcije, raznih kemikalija kao na pr. atropina, alkohola i t. d. na živa bića. Ti su rezultati doveli do zaključka, da je vrhunski metabolizam u neku ruku mjerilo vitaliteta i zdravlja organizma.

Uočili smo, dakle, neke fiziološke pojave i veličine, koje je nauka pronašla i istražila, da dobije što dublji uvid u promet energije u živim bićima. Kako smo već rekli, nas

zanima naročito promet energije našega organizma onda, kad je on u akciji, u poslu, u tjelesnom ili duševnom radu. Zato ćemo sada obratiti pažnju energetskom prometu u tim prilikama.

Točno izučavanje i mjerenje totalnog energetskoga prometa u živom biću je zamršen i težak eksperimentski naučni zadatak. Količinu energije, koja ulazi na primjer kroz jedan dan u naš organizam, mjerimo određenjem energije, što je sadržana u dnevnoj količini hrane. Mora nam, dakle, biti poznat njezin sastav. Eksperimentski je utvrđeno, da 1 gram ugljikovih hidrata daje 4, jedan gram masti 9 i 1 gram bjelančevine opet okruglo 4 kilogram-kalorije. To saznajemo mjerenjima sagorijevanjem u kaloričkoj bombi. Sva energija sadržana u primljenoj dnevnoj količini hrane ne oslobađa se u našem tijelu. Ponajprije, naše tijelo ne probavi i ne dovede do naših stanica svu količinu ugljikovih hidrata, masti i bjelančevina, sadržanih u našoj hrani.

Povrh toga, bjelančevine ne sagorijevaju u našim stanicama do konačnih anorganskih proizvoda, nego ostavljaju naše tijelo od najveće česti kao organski spoj, zvan mokraćevina, u mokraći. Mokraćevina sadržava još uvijek u sebi pohranjenu sunčanu energiju. Zato govorimo o neiskorišćivanju naše hrane, i na to neiskorišćivanje otpada okruglo 10 posto. Hoćemo li pak točno mjeriti količinu energije, koja se oslobodila u našem tijelu, na primjer, za vrijeme svega našeg tjelesnog i duševnog rada kroz jedan dan, t. j. dnevni izdatak energije u energetskom prometu našega tijela, to treba uočiti, da naše tijelo izdaje energiju na najrazličitije načine. Tako svojim isijavanjem i vođenjem topline, mokraćom, izmetinama, izdisanim uzduhom, isparivanjem vode na površini našega tijela i kroz naša pluća. Konačno, a to privlači naročito našu pažnju, t r e b a

i z m j e r i t i, k o l i k o j e e n e r g i j e u t r o š e n o n a d u š e v n i i t j e l e s n i r a d. Sve je to razlog, da je trebalo konstruirati vrlo ingeniozne aparate, koji služe za sva ta mjerenja. Njima rade naročito američki istraživači, koji za svoje laboratorije mogu nabavljati vrlo skupocjene aparate.

U pogledu energije utrošene za duševni i mišićni rad istaknut ćemo ovo: Američki istraživač novijega vremena B e n e d i c t utvrdio je pri svojim istraživanjima, da višak energije utrošen za duševni rad iznosi relativno upravo malenu količinu. Jedan sat duševnoga rada jednog studenta troši od prilike količinu energije, koja odgovara utrošku za mišićni rad, što ga utroši sobarica brišući prah kroz vrijeme od 5 minuta. Pet sati napornog duševnog rada troši neko 15—20 kilogram-kalorija, što dakle odgovara energiji sadržanoj u jednoj kocki šećera od 5 grama. Te činjenice, iako su zapanjile istraživače, odgovaraju, kako veli A b d e r h a l d e n, dnevnom iskustvu. Potreba hrane raste s porastom mišićnog rada. Bilo bi ipak sasvim krivo držati, da duševni napori iziskuju minimalne količine energije. Navedena mjerenja stoje u vezi s mjerenjem cjelokupnog energetskog prometa. Živčane stanice, koje rade za vrijeme napete duševne djelatnosti, mogu pri tom ipak trošiti same za sebe relativno znatne količine energije, kad vrše svoj posao.

Mozak radi ne samo, dok je čovjek budan i dok intenzivno misli, nego i u snu, no taj se rad vrši na račun bazalnoga prometa energije i, jamačno, iznosi stalni i određeni njegov dio, naročito kod duševnih radnika.

Najviše mjerenja obavljeno je s obzirom na mišićni rad. Rekli smo, da su naši mišići kemijski dinamski stroj, t. j. da mogu pretvarati neposredno kemijsku energiju u mišićni rad bez posredovanja topline. Ipak su mjerenja

iznijela, da treba govoriti, kao i kod parnih strojeva, o iskorišćavanju totalne raspoložive energije za mišićnu djelatnost. Kod čovjeka nisu postignuti jedinstveni rezultati o veličini iskorišćavanja. Oni su drugačiji prema vrsti mišićnoga rada, pa su, na primjer, za čovjekovo hodanje vrlo veliki. Općenito uzimlje fiziološka nauka, da je sposobnost iskorišćavanja raspoložive energije za mišićni rad od prilike kao i kod parnih strojeva, t. j. da iznosi okruglo 20% od totalne oslobođene energije. To će reći, treba li čovjek za određeni mišićni rad 1000 kilogram-kalorija, to se mora pobrinuti, da dođe u njegove mišiće s hranom peterostruki iznos, s obzirom na količinu energije, sadržane u hrani. Tu činjenicu treba imati naročito u vidu kod ishrane radnika.

Navest ćemo nekoje općenite rezultate ovakovih mjerenja. Za odraslog čovjeka od neko 70 kilograma težine, u umjerenoj klimi, u vrijeme kad njegovi mišići nisu zaposleni naročitim radom, treba za cjelokupni energetski promet dnevno 2400 kilogram-kalorija. Vrši li taj čovjek stanoviti mišićni rad, to treba za taj rad određeni nadodatak u kalorijama. Tako su istraživanja pokazala, da činovnik treba dnevno 2556 kalorija, a od toga su upotrebljene za vanjsku radnju njegova tijela 622 kalorije; od cjelokupnog energetskog prometa 24,6%. Vojnik, na primjer, koji nosi teret od 25 kilograma i dnevno marširа 5 sati, troši 3960 kalorija, a od toga otpada na vanjsku radnju 2018 kalorija ili od cjelokupnog energetskog prometa 50,9%. Najviše je nađeno za šumskog radnika u zimi. On troši dnevno 5600 kalorija; od toga otpada na rad 3360 kalorija ili 60%.

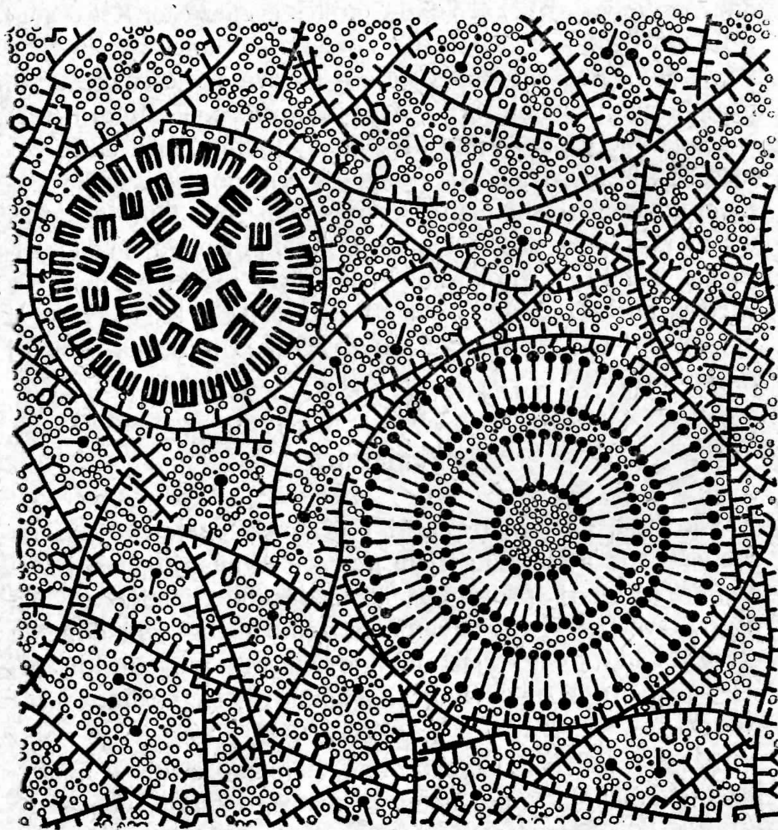
Sva su ta mjerenja dakako samo približna. Cjelokupni promet energije u čovječjem organizmu vrlo je zamršen, kako smo to mogli razabrati već pri osnovnom ili bazalnom energetskom prometu. K tomu dolaze faktori individualne prirode. No jedno je pri svem tomu sigurno: Čovjek, kao kemijski dinamski stroj, da se uzdrži čil i zdrav i sposoban za duševni i tjelesni rad, treba primiti dnevno u svojoj hrani znatne količine energije. Kako smo u uvodu istakli, ona dolazi u čovjeka sa Sunca preko zelenoga bilja. Baš zato upeo je čovjek sve svoje snage u to, da omogući zelenom bilju, da ono što većma sakupi u sebi sunčane energije u onim svojim dijelovima, koji služe čovjeku za hranu. Nauka pokazuje u tom pogledu svake godine nove napretke. Ona je postavila sebi kao ideal, da usavrši proizvodnju hranljivoga materijala u biljkama do takovoga stepena, da bude dovoljno hrane i ostaloga korisnoga materijala za svakog čovjeka na ovoj Zemlji.

Zaglavak

Upoznali smo anorganski i organski materijal našega tijela. On je u čitavom tijelu kao i u najmanjoj našoj stanici, u njezinoj protoplazmi, međusobno izmiješan. Na osnovi svestranih istraživanja možemo danas sebi donekle stvoriti sliku o razmještaju anorganskih i organskih čestica u protoplazmi. Ovdje na koncu je i iznosimo (vidi sliku 3.).

Kako iz ove slike razabiramo, nemamo svuda u protoplazmi molekula vode. Nema ih naročito ondje, gdje su se sabrale molekule masti, jer se masti u vodi ne otapaju. Isto tako ih nema ondje, gdje su se molekule fosfatida sabrale jedne prema drugima, kako se to lijepo vidi na slici. Nema ih tu zato, što se molekule fosfatida sastoje od jedne česti, koja ne prima u sebe vodu, i od druge česti, koja je

prima. Ovakovo razvrstavanje anorganske i organske građe u protoplazmi, nosi, dakako, odgovornost za fizičke i kemijske njezine osobine. Protoplazma naših stanica, baš poradi ovakovoga svojega sastava, dopušta stanovitim



Joni soli •, molekule vode ∘, molekule masti E, fosfatida ⊸ i molekule proteina ⊶ u protoplazmi

tvarima, da mogu kroz nju prodrijeti u stanice, a drugima ne dopušta. Na toj slici jasno razabiramo, gdje mogu prodrijeti u protoplazmu tvari, koje su topljive u mastima i lipoidima, a netopljive u vodi, gdje pak tvari, koje su u vodi topljive. To svojstvo protoplazme naših ćelija vrlo je važno za kemijsko zbivanje u stanicama.

No mozaička slika protoplazme ne nalazi se za života u stacionarnoj ravnoteži. Kako smo iz naših razlaganja razabrali, navedeni kemijski sastojci, koji izgrađuju tkiva i ćelije našega tijela, ne nalaze se na miru, nego se neprestano mijenjaju, neprestano se vrše s njima kemijske reakcije, koje teku sad u smjeru razgrađivanja velikih molekula, sad u smjeru izgrađivanja novih molekula. Dolazi tako do čitavoga niza postepenih reakcija u jednom lancu i do stvaranja mobilnih ravnoteža između pojedinih produkata. Sve se to, dakako, zbiva uz sudjelovanje energije, koja je pohranjena u kemijskom materijalu. Da se to zbivanje može izvršiti pri relativno niskoj temperaturi, zasluga je kemijskih pomagača životnog kemijskog zbivanja, a to su fermenti, vitamini i hormoni. Promet materije i energije u našem tijelu vrlo je zamršen. Zato nam nisu još poznate sve niti tog zamršenog prometa, ali moderna je nauka obuhvatila glavne njegove konture. Ona je uglavila, da se životno kemijsko zbivanje vrši na osnovi istih onih zakona kemijskoga zbivanja, što su nam poznati uopće. U živoj protoplazmi realizirane su, dakako, naročite prilike, koje omogućuju, da se prijelaz kemijske energije u toplinu i u mehaničku radnju vrši neposredno, a da za prijelaz kemijske energije u mehaničku radnju nije od potrebe posredovanje topline, kako je to u parnom stroju i ostalim kaloričkim strojevima. Čitavo kemijsko zbivanje u našemu tijelu je rezultat mnogobrojnih suptilnih faktora. Zato mora da su i posljedice toga zbivanja takove, da nose od-

govornost za sve životne manifestacije našega tijela, zvali ih mi fiziološkima ili psihološkima. Nauka, koja se bavi tim kemijskim zbivanjem, a zove se biokemija ili biološka kemija, osnovna je nauka za proučavanje svih grana biologije, t. j. nauke o životu.

SADRŽAJ

Uređuje *Redakcioni odbor „Prirode“*,
Korektor *Vladimir Kovačić*

Rkp. br. 168. – $3^{3}/_{4}$ tiskana arka
Naklada 5000 primjeraka
Tiskanje dovršeno 10. XII. 1946.
u Tiskari Nakladnog zavoda Hrvatske,
Zagreb, Frankopanska ul. 26

Cijena knjizi D 9.-, odobrena od Zemaljskog ureda za cijene pri Predsjedništvu vlade NRH e pod br. 24.110/46. od 2. XII. 1946,

41021

IZDANJA HRV. PRIRODOSLOVNOG DRUŠTVA

»PRIRODA«, popularno ilustrovani časopis. Izlazi svaki mjesec osim srpnja i kolovoza. **Članovi Hrv. prirodoslovnog društva dobivaju »Prirodu« besplatno. — Članarina iznosi** za cijelu godinu Din 80.—. Može se uplaćivati i svaka tri mjeseca. Pojedini broj »Prirode« stoji Din 10.—. u **Upravi Hrv. prirodoslovnoga društva,** Zagreb, Ilica 16/III. Telefon 65-85. Čekovni račun br. 33—677.

UREDNIŠTVO »PRIRODE«, Zagreb, Ilica 16/III. Telefon 65-85. Uredništvu se šalju članci, koji treba da su pisani strojem **u razmaknutim redovima.**

GLASNIK MATEMATIKE, FIZIKE I ASTRONOMIJE. Izdaje Matematičko-fizička sekcija Hrv. prirodoslovnog društva u zajednici sa Astronomskom sekcijom toga društva. Izlazi u dvobrojevima u opsegu 2-3 arka. Godišnja pretplata na šest brojeva 120 Din; cijena pojedinom dvobroju 30 Din. Uplata i sve ostalo šalje se na adresu: Hrv. prirodoslovno društvo, Zagreb, Ilica 16/III. Telefon 65-85. Poštanski čekovni račun broj 33-677.

U skladištu Hrv. prirodoslovnog društva nalaze se još ova njegova izdanja:

1. Thompson: **Lobo,** cijena 36 Din, za članove društva 20 Din.
2. C. Flammarion: **Posljednji dani ljudi,** cijena 36 Din, za čl. 20 Din.
3. C. Darwin: **Put jednoga prirodoslovca oko Zemlje,** cijena 36 Din. za članove 25 dinara.
4. Borel: **Slučaj,** cijena 40 Din, za članove 30 Din.
5. Kučera: **Naše Nebo,** cijena 40 Din, za članove 30 Din.

Svih tih 5 djela naručuje se u Upravi Hrv. prirodoslovnog društva, Zagreb, Ilica 16/III., telefon 65-85. Poštanski čekovni račun 33-677.

Dr. Ivan Supek: **Od antičke filozofije do moderne nauke o atomima.** Najnovije djelo, koje će svojim sadržajem obogatiti naše znanje iz područja nauke o atomima. Cijena knjizi, koja obuhvaća 400 strana, iznosi 60 Dinara. Naručuje se u upravi Hrv. prirodoslovnog društva, Zagreb, Ilica 16/III., telefon 65-85. Pošt. ček. račun 33-677.

KNJIŽNICA »PRIRODE«. Izlazi povremeno u manjim svescima sa štivom iz prirodnih nauka, kemije, fizike, matematike i astronomije. Dosad je izašlo:

1. Dr. Hrvoje Iveković: **Nauka i Narodnooslobodilački pokret.**
2. Ing. Ivan Brihta: **Elektricitet i kemija.**
3. Milan Butorac: **U svijetu gorostasa i patuljaka.**
4. Prof. Josip Mokrović: **Kako nastaju potresi.**
5. Fran Tućan: **Fosilni ugljen.**

Svezak 1. i 2. stoji svaki 6 din; svezak 3. i 4. stoji svaki 8 din; **svezak 5. stoji 10 Din.**

MALA NAUČNA KNJIŽNICA Hrvatskog prirodoslovnog društva donosi u malim svescima napisane rasprave, za široke slojeve o raznim zanimljivim pitanjima iz područja prirodnih nauka, koja svakoga zanimaju. Dosada je izašlo 15 svezaka:

1. Dr. Gabrijel Divjanović: **Zemlja i svemir**
2. Dr. Ivan Supek: **O postanku čovjeka**
3. Dr. Ivan Supek: **Elektricitet, div moderne tehnike**
4. Branko Božić: **Naše tijelo**
5. Dr. Milan Herak: **Kora Zemljina, povjesnica života**
6. Dr. Vanda Kochansky: **Goleme životinje iz prošlosti**

7—8. Drago Grdenić: **Atomi i molekuli**

9. A. J. Oparin: **Postanak života na Zemlji**
10. M. Plisecki: **Porijeklo čovjeka**
11. A. Volodin: **Strašne pojave u prirodi**
12. I. Sergejev: **Neobične nebeske pojave**
13. Z. Kosenko: **San i snoviđenje**
14. B. Voroncov-Veljaminov: **Da li je bilo početka i da li će biti kraja svijeta**
15. I. Sergejev: **Nauka i praznovjerje**
16. Dr. Leo Randić: **Kako nastaje kiša i snijeg**

Uskoro izlaze i drugi svesci, u kojima se također na popularan način tumači o pitanju postojanja života na drugim planetima; zašto pada kiša i snijeg; šta je život; zašto biljke imaju zelenu boju i t. d.

Cijena je svakom svesku 3 Din, a dosada izašli svesci mogu se kupiti uz cijenu od 2—3 Din po broju.

Svesci »Male naučne knjižnice« mogu se nabaviti kod Prodajnog odjela Nakladnog zavoda Hrvatske, Zagreb, Ilica 30/I. (bivša knjižara Kugli), telefon 57-51, 57-52, 76-41.